

特表 2002-502503

(P 2002-502503 A)

(43) 公表日 平成14年1月22日 (2002. 1. 22)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 0 2 B	5/30	G 0 2 B	5/30
	5/02		5/02
	5/04		5/04
G 0 2 F	1/1335	G 0 2 F	1/1335
	5 1 0		5 1 0

審査請求 未請求 予備審査請求 有

(全 1 2 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-531224  
 (86) (22) 出願日 平成9年2月28日 (1997. 2. 28)  
 (85) 翻訳文提出日 平成10年8月28日 (1998. 8. 28)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US97/03871  
 (87) 国際公開番号 W097/32226  
 (87) 国際公開日 平成9年9月4日 (1997. 9. 4)  
 (31) 優先権主張番号 08/610, 092  
 (32) 優先日 平成8年2月29日 (1996. 2. 29)  
 (33) 優先権主張国 米国 (U S)  
 (31) 優先権主張番号 08/807, 262  
 (32) 優先日 平成9年2月28日 (1997. 2. 28)  
 (33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 ミネソタ マイニング アンド マニュファクチャリング カンパニー  
 アメリカ合衆国, ミネソタ 55144-1000,  
 セント ポール, スリーエム センター  
 (72) 発明者 アレン, リチャード シー.  
 アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427,  
 セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427  
 (72) 発明者 カールソン, ロックウッド ダブリュ.  
 アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427,  
 セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427  
 (74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外4名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 輝度増強フィルム

## (57) 【要約】

照明器具またはディスプレイから放出された光の制御を可能にする光指向性材料と組み合わせて、連続複屈折マトリックス内に配置されたポリマ粒子の分散相を含んでなる光学フィルムが提供される。このフィルムは、典型的には1つ以上の方向に延伸することにより配向させる。得られたフィルムにおいて、所望の波長の電磁放射線の所望の程度の拡散反射および全透過が得られるように、分散相粒子のサイズおよび形状、分散相の容積分率、フィルムの厚さ、ならびに配向の大きさを選択する。また、光指向性材料は、光学フィルムから反射されるかまたは光学フィルムを透過する偏光の方向を制御するように選択される。

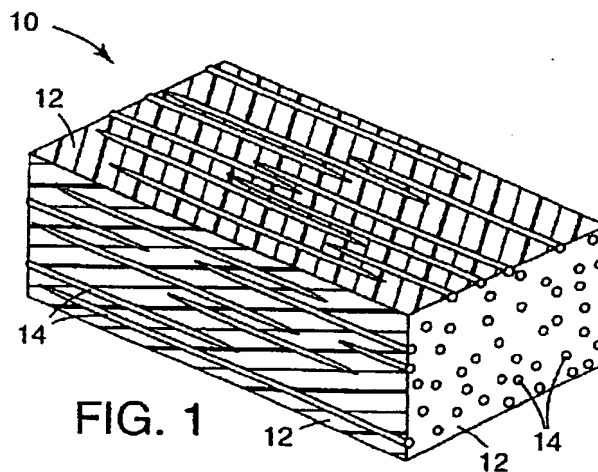


FIG. 1

**【特許請求の範囲】**

1. 入射した光の方向制御および偏光制御を行う方向制御偏光子であって、該方向制御偏光子は、

第1の偏光方向を有する光を正透過し、かつ異なる偏光方向を有する光を拡散反射する偏光子と；

所望の角度範囲内の光を透過する第1の光指向性材料であって、かつ該所望の角度範囲内で該第1の光指向性材料を貫通しない光を反射する第1の光指向性材料と；

を含み、更に、

該偏光子と該第1の光指向性材料は協働して、該方向制御偏光子によって透過される光の方向および偏光を制御する、前記方向制御偏光子。

2. 前記偏光子が、

ポリマの第1の相と該第1の相内に配置された第2の相とを含む光学デバイスであって、該第2の相は、任意の3つの互いに垂直な軸のうちの少なくとも2つの軸に沿って不連続であり；更に、該第1の相と該第2の相の屈折率の差は、第1の軸に沿って約0.05より大きく、該第1の軸に直交する第2の軸に沿って約0.05より小さい光学デバイス、

を含む、請求項1記載の方向制御偏光子。

3. 前記光指向性材料が、前記偏光子を透過した前記第1の偏光方向の光を受けられるように配置される、請求項1記載の方向制御偏光子。

4. 前記偏光子が、前記光指向性材料を透過したアウトプットウェッジ内の光を受けられるように配置される、請求項1記載の方向制御偏光子。

5. 前記第1の光指向性材料が構造面材料を含む、請求項1記載

の方向制御偏光子。

6. 前記第1の光指向性材料が平滑面と構造面を含む、請求項5記載の方向制御偏光子。

7. 前記構造面が複数の三角プリズムを含む、請求項6記載の方向制御偏光子

。

8. 前記構造面が三角プリズムの配列を含む、請求項7記載の方向制御偏光子。
9. 前記三角プリズムの配列が配向軸を規定する、請求項8記載の方向制御偏光子。
10. 前記第1の光指向性材料の前記配向軸が前記偏光子の配向方向に向いている、請求項9記載の方向制御偏光子。
11. 前記三角プリズムが二等辺三角プリズムである、請求項7記載の方向制御偏光子。
12. 前記三角プリズムが60度～120度の範囲の夾角を有する、請求項7記載の方向制御偏光子。
13. 前記三角プリズムが70度～110度の範囲の夾角を有する、請求項12記載の方向制御偏光子。
14. 前記三角プリズムが85度～95度の範囲の夾角を有する、請求項13記載の方向制御偏光子。
15. 前記三角プリズムが約90度の夾角を有する、請求項14記載の方向制御偏光子。
16. 前記構造面が、丸みのある峰を有する複数の構造物を含む、請求項6記載の方向制御偏光子。
17. 前記構造面が、丸みのある谷を有する複数の構造物を含む、請求項16記載の方向制御偏光子。
18. 前記第1の光指向性材料の平滑面が前記偏光子に向けて配置される、請求項12記載の方向制御偏光子。
19. 前記第1の光指向性材料の構造面が前記偏光子に向けて配置される、請求項18記載の方向制御偏光子。
20. 前記偏光子と前記第1の光指向性材料との間にエアギャップが存在する、請求項1記載の方向制御偏光子。
21. 前記偏光子と前記第1の光指向性材料が一体構造物を形成する、請求項1記載の方向制御偏光子。

22. 第2の光指向性材料を更に含んでなる、請求項1記載の方向制御偏光子

。

23. 前記第2の光指向性材料が、軸に対して予め定められた第3のグループの角度内で前記第2の光指向性材料に入射した光を反射するとともに、軸に対して予め定められた第4のグループの角度内で該第2の光指向性材料に入射した光を屈折させて、第4のグループの角度の光の大半がその関連するインプットウェッジよりも狭いアウトプットウェッジを形成するように構成され、第4のグループの角度が第3のグループの角度よりも大きい、請求項22記載の方向制御偏光子。

24. 前記第2の光指向性材料が構造面材料を含む、請求項22記載の方向制御偏光子。

25. 前記第2の光指向性材料が平滑面と構造面を含む、請求項24記載の方向制御偏光子。

26. 前記第2の光指向性材料の構造面が複数の三角プリズムを含む、請求項25記載の方向制御偏光子。

27. 前記第2の光指向性材料の構造面が三角プリズムの配列を含み、その配列が配光軸を決める、請求項26記載の方向制御偏光子。

28. 前記第1の光指向性材料と前記第2の光指向性材料を透過した光の二次元角度制御が行えるように、前記第1の光指向性材料の配向軸が、前記第2の光指向性材料の配向軸に対して配置される、

請求項27記載の方向制御偏光子。

29. 前記第1の光指向性材料の配向軸が、前記第2の構造面材料の配向軸に対して0度を超える角度で配置される、請求項28記載の方向制御偏光子。

30. 前記三角プリズムが60度～120度の範囲の夾角を有する、請求項29記載の方向制御偏光子。

31. 前記三角プリズムが70度～110度の範囲の夾角を有する、請求項30記載の方向制御偏光子。

32. 前記三角プリズムが85度～95度の範囲の夾角を有する、請求項31記載

の方向制御偏光子。

33. 前記三角プリズムが約90度の夾角を有する、請求項32記載の方向制御偏光子。

34. 前記第1の光指向性材料の構造面が前記第2の光指向性材料の平滑面に向けて配置される、請求項28記載の方向制御偏光子。

35. 前記第1の光指向性材料の平滑面が前記偏光子の第1の面に向けて配置される、請求項34記載の方向制御偏光子。

36. 前記偏光子の第2の面に光が入射する、請求項35記載の方向制御偏光子。

37. 前記第2の光指向性材料の構造面が前記偏光子に向けて配置される、請求項36記載の方向制御偏光子。

38. 前記第1の光指向性材料の平滑面に光が入射する、請求項37記載の方向制御偏光子。

39. 前記偏光子が前記第1の光指向性材料と前記第2の光指向性材料の間に配置される、請求項28記載の方向制御偏光子。

40. 前記第1の光指向性材料の平滑面が前記偏光子の方に向くように、前記第1の光指向性材料が前記偏光子の第1の面上に配置され、更に、前記第2の光指向性材料の構造面が前記偏光子の方に

向くように、前記第2の光指向性材料が前記偏光子の第2の面上に配置される、請求項39記載の方向制御偏光子。

41. 前記第2の面材料の平滑面に光が入射する、請求項40記載の方向制御偏光子。

42. 第1の偏光方向を有する光を正透過し、かつ異なる偏光方向を有する光を拡散反射する偏光子であって、しかも、

ポリマの第1の相と該第1の相内に配置された第2の相とを含む光学デバイスであって、該第2の相は、任意の3つの互いに垂直な軸のうちの少なくとも2つの軸に沿って不連続であり；更に、該第1の相と該第2の相の屈折率の差は、第1の軸に沿って約0.05より大きく、該第1の軸に直交する第2の軸に沿って約0.

05より小さい光学デバイス、を含む偏光子と；

該偏光子を透過した第1の偏光が平滑面上に入射するように配置された光指向性材料であって、該光指向性材料は、第1のインプットウェッジ内で入射した光を反射し、かつ第2のインプットウェッジ内で入射した光を該第2のインプットウェッジよりも狭いアウトプットウェッジに再方向付けし；該第1のインプットウェッジは該第2のインプットウェッジよりも狭く；更に、該第1のインプットウェッジ、該第2のインプットウェッジ、および該アウトプットウェッジは、該第1の光指向性材料に垂直な軸に対して規定される光指向性材料と；

を含んでなる方向制御偏光子であって、

該光指向性材料は、平滑面と、三角プリズムの配列を有する構造面と、を含み；該配列は、該光指向性材料の配向軸を規定し；該構造面材料の配向方向は、該偏光子の配向方向に向いており；更に、該偏光子と該光指向性材料は協働して、該方向制御偏光子を透過する光の方向および偏光を制御する、前記方向制御偏光子。

43. 第1のインプットウェッジ内に入射した光を反射し、かつ第2のインプットウェッジ内に入射した光を該第2のインプットウェッジよりも狭い第1のアウトプットウェッジに再方向付けする第1の光指向性材料であって、該第1のインプットウェッジは該第2のインプットウェッジよりも狭く；該第1のインプットウェッジ、該第2のインプットウェッジ、および該アウトプットウェッジは、該第1の光指向性材料に垂直な軸に対して規定され；該第1の光指向性材料は平滑面と構造面を有し；更に、該構造面は配向方向を規定する三角プリズムの配列を有する、第1の光指向性材料と；

第1のアウトプットウェッジ内の光を受けるように配置され；更に、第3のインプットウェッジ内に入射した光を反射し、かつ第4のインプットウェッジ内に入射した光を該第4のインプットウェッジよりも狭い第2のアウトプットウェッジに再方向付けする第2の光指向性材料であって、該第3のインプットウェッジは該第4のインプットウェッジよりも狭く；該第3のインプットウェッジ、該第4のインプットウェッジ、および該第2のアウトプットウェッジは、該第2の光

指向性材料に垂直な軸に対して規定され；該第2の光指向性材料は平滑面と構造面を有し；更に、該構造面は配向軸を規定する三角プリズムの配列を有する第2の光指向性材料と；

ただし、該第2の光指向性材料の配向軸は、該第1の光指向性材料の配向軸に対して0度より大きい角度の方向に向いている；

第1の偏光方向を有する光を正透過し、かつ異なる偏光方向を有する光を拡散反射する偏光子であって、しかも、

ポリマの第1の相と該第1の相内に配置された第2の相とを含む光学デバイスであって、該第2の相は、任意の3つの互いに垂直な軸のうちの少なくとも2つの軸に沿って不連続であり；更に、該第1の相と該第2の相の屈折率の差は、第1の軸に沿って約0.05より大

きく、該第1の軸に直交する第2の軸に沿って約0.05より小さい光学デバイス、を含む偏光子と；

ただし、該偏光子、該第1の光指向性材料、および第2の光指向性材料は、該方向制御偏光子を透過する光の偏光制御および二次元方向制御を行う；を含む、光の偏光制御および二次元方向制御を行う光制御フィルム。

#### 44. ディスプレイモジュールと；

該ディスプレイモジュールを照明するための、および照明手段内の面上に入射した光の偏光方向を変換するための照明手段と；

該ディスプレイモジュールと該照明手段の間に配置された偏光子であって、しかも、第1の偏光方向を有する照明手段からの光を透過して該ディスプレイモジュールの方向に送出し、異なる偏光方向を有する光を反射して該照明手段の方向に戻す偏光子と；

を含んでなるディスプレイであって、

該偏光子は、ポリマの第1の相と該第1の相内に配置された第2の相とを含み；該第2の相は、任意の3つの互いに垂直な軸のうちの少なくとも2つの軸に沿って不連続であり；更に、該第1の相と該第2の相の屈折率の差は、第1の軸に沿って約0.05より大きく、該第1の軸に直交する第2の軸に沿って約0.05より小

さい前記ディスプレイ。

45. 反射されて前記照明手段の方向に戻された前記異なる偏光の少なくとも一部分が、前記照明手段によって前記第1の偏光方向に変換される、請求項44記載のディスプレイ。

46. 変換された光の少なくとも一部分が、前記偏光子を透過して前記ディスプレイモジュールの方向に送出される、請求項45記載のディスプレイ。

47. 第1のインプットウェッジ内に入射した光を反射し、かつ

第2のインプットウェッジ内に入射した光を該第2のインプットウェッジよりも狭いアウトプットウェッジに再方向付けする第1の光指向性手段であって、該第1のインプットウェッジは該第2のインプットウェッジよりも狭く；更に、該第1のインプットウェッジ、該第2のインプットウェッジ、および該アウトプットウェッジは、該光指向性材料に垂直な軸に対して規定される第1の光指向性手段、を更に含む、請求項44記載のディスプレイ。

48. 前記異なる偏光方向を有する反射光の少なくとも一部分が、前記照明手段によって前記第1の偏光方向に変換され、更に、変換された光の少なくとも一部分が、前記偏光子を透過して前記ディスプレイモジュールの方向に送出される、請求項47記載のディスプレイ。

49. 前記照明手段が更に、前記照明手段内の表面上に入射した光の方向を変換するためのものであり、前記第1のインプットウェッジ内の反射光の少なくとも一部分は、前記照明手段によって前記第2のインプットウェッジの光に変換され；更に、前記第2のインプットウェッジに変換された光の少なくとも一部分は、前記第1の光指向性材料によって前記ディスプレイモジュールの方向に向けられる、請求項48記載のディスプレイ。

50. 前記光指向性手段が構造面材料を含む、請求項47記載のディスプレイ。

51. 前記光指向性材料が平滑面と構造面を含む、請求項50記載のディスプレイ。

52. 前記構造面が前記液晶モジュールの方に向いている、請求項51記載の



ディスプレイ。

53. 前記構造面が複数の三角プリズムを含む、請求項51記載のディスプレイ。

54. 前記複数の三角プリズムが配向軸を規定する、請求項53記

載のディスプレイ。

55. 前記第1の光指向性材料の配向軸が前記偏光子の第1の面内方向に向いている、請求項54記載のディスプレイ。

56. 前記三角プリズムが二等辺三角プリズムである、請求項53記載のディスプレイ。

57. 前記三角プリズムが70度～110度の範囲の夾角を有する、請求項53記載のディスプレイ。

58. 前記三角プリズムが80度～100度の範囲の夾角を有する、請求項57記載のディスプレイ。

59. 前記三角プリズムが85度～95度の範囲の夾角を有する、請求項58記載のディスプレイ。

60. 前記三角プリズムが約90度の夾角を有する、請求項59記載のディスプレイ。

61. 前記光指向手段が前記偏光子と前記ディスプレイモジュールの間に配置される、請求項47記載のディスプレイ。

62. 前記第1の光指向性材料が前記偏光子と前記照明手段の間に配置される、請求項47記載のディスプレイ。

63. 前記第1の光指向性材料の構造面が前記液晶モジュールの方向に向いている、請求項62記載のディスプレイ。

64. 第3のインプットウェッジ内に入射した光を反射し、かつ第4のインプットウェッジ内に入射した光を該第4のインプットウェッジよりも狭い第2のアウトプットウェッジに再方向付けする第2の光指向性手段であって、該第3のインプットウェッジは該第4のインプットウェッジよりも狭く；更に、該第3のインプットウェッジ、該第4のインプットウェッジ、および該第2のアウトプット

ウェッジは、該第2の光指向性手段に垂直な軸に対して規定される第2の光指向性手段、

を更に含んでなる、請求項47記載のディスプレイ。

65. 前記第2の光指向性手段が更に平滑面と構造面を有し、前記第2の光指向性手段の構造面が、関連する配向方向を規定する、請求項64記載のディスプレイ。

66. 前記第1の光指向性手段と前記第2の光指向性手段を透過する光の二次元制御が行えるように、前記第1の光指向性手段の配向軸が、前記第2の光指向性手段の配向軸に対して配置される、請求項65記載のディスプレイ。

67. 前記第1の光指向性手段の配向軸が、前記第2の光指向性手段の配向軸に対して0度より大きい角度をなす、請求項66記載のディスプレイ。

68. 前記角度が70度~110度である、請求項67記載のディスプレイ。

69. 前記角度が85度~95度である、請求項68記載のディスプレイ。

70. 前記角度が約90度である、請求項67記載のディスプレイ。

71. 前記第1の光指向性手段の構造面が、前記第2の光指向性手段の平滑面に向けて配置される、請求項66記載のディスプレイ。

72. 前記第1の光指向性手段および前記第2の光指向性手段の両方の構造面が、前記液晶モジュールの方向に向いている、請求項71記載のディスプレイ。

73. 前記第1の光指向性手段と前記第2の光指向性手段が、前記偏光子と前記照明手段の間に配置される、請求項66記載のディスプレイ。

74. 前記第1の光指向性手段と前記第2の光指向性手段が、前記偏光子と前記ディスプレイモジュールの間に配置される、請求項73記載のディスプレイ。

75. 前記第1の光指向性手段が、前記偏光子と前記照明手段の間に配置され、更に、前記第2の光指向性手段が、前記偏光子と前記ディスプレイモジュールの間に配置される、請求項74記載のディスプレイ。

76. ディスプレイモジュールと；

該ディスプレイモジュールを照明するための、方向を変換するための、および

照明手段内の面上に入射した光の偏光方向を変換するための照明手段と；

方向制御偏光子と；

を含んでなるディスプレイであって、

該方向制御偏光子は、

ポリマの第1の相と該第1の相内に配置された第2の相を含む光学デバイスであって、該第2の相は、任意の3つの互いに垂直な軸のうちの少なくとも2つの軸に沿って不連続であり；更に、該第1の相と該第2の相の屈折率の差は、第1の軸に沿って約0.05より大きく、該第1の軸に直交する第2の軸に沿って約0.05より小さい光学デバイス、を含む偏光子と；

第1のインプットウェッジ内で入射した光を反射し、かつ第2のインプットウェッジ内で入射した光を該第2のインプットウェッジよりも狭いアウトプットウェッジに再方向付けする光指向性材料であって、該第1のインプットウェッジは該第2のインプットウェッジよりも狭く；更に、該第1のインプットウェッジ、該第2のインプットウェッジ、および該アウトプットウェッジは、該第1の光指向性材料に垂直な軸に対して規定される光指向性材料と；

を含み、

該偏光子によって反射された偏光の少なくとも一部分は、該照明手段によって該偏光子を透過する偏光に変換され；更に、該偏光子を透

過する偏光に変換された光の少なくとも一部分は、該偏光子を透過して該ディスプレイモジュールの方向に送出され、

該第1のインプットウェッジ内の反射光の少なくとも一部分は、該照明手段によって該第2のインプットウェッジに変換され；更に、該第2のインプットウェッジに変換された光の少なくとも一部分は、該第1の光指向性材料によって該ディスプレイモジュールの方向に向けられる、前記ディスプレイ。

77. ディスプレイモジュールと；

該ディスプレイモジュールを照明するための照明手段と；

偏光を変換するための変換手段と；

該照明手段と該ディスプレイモジュールの間に配置された偏光子と；

を含んでなるディスプレイであって、

該偏光子は、

ポリマの第1の相と該第1の相内に配置された第2の相とを含む光学デバイスであって、該第2の相は、任意の3つの互いに垂直な軸のうちの少なくとも2つの軸に沿って不連続であり；更に、該偏光子が、第1の偏光を正透過し、異なる偏光を拡散反射して該変換手段の方向に送出するように、該第1の相と該第2の相の屈折率の差は、第1の軸に沿って約0.05より大きく、該第1の軸に直交する第2の軸に沿って約0.05より小さい光学デバイス、

を含み、

該変換手段と該偏光子は協働して、該異なる偏光の再利用を行う前記ディスプレイ。

**【発明の詳細な説明】****輝度増強フィルム****発明の背景**

本発明は、反射率や透過率などの光学特性を制御するための好適な構造物を含んでなる光学材料に関する。更なる態様において、本発明は、反射光または透過光の比偏光の制御に関する。

**背景**

連続マトリックス中に分散れきた混在物から構成された光学フィルムは、当該技術分野で周知である。これらの混在物の特性を操作することにより、所定の範囲の反射特性および透過特性をフィルムに付与することができる。これらの特性としては、フィルム内の波長に対する混在物のサイズ、混在物の形状および配置、混在物の容積充填率、およびフィルムの3つの直交軸に沿った連続マトリックスとの屈折率差の程度が挙げられる。

従来の吸収性（ダイクロイック）偏光子は、それらの混在物相として、ポリママトリックス内に配列された光吸収性ヨウ素の無機ロッド状鎖を有する。このようなフィルムは、ロッド状ヨウ素鎖に平行に配列された電場ベクトルで偏光された光を吸収する傾向があるだろう。ヨウ素鎖は可視光の波長と比較して小さい2つ以上の寸法を有するため、更に、光の波長の三乗あたりの鎖の数が多いため、このようなフィルムの光学特性は鏡面的(specular)性質が優位であり、フィルムを介した拡散透過またはフィルム表面からの拡散反射は非常に少ない。ほとんどの他の市販の偏光子と同じように、これらの偏光フィルムは、偏光選択的吸収に基づいている。

異なる特性を有する無機混在物が充填されたフィルムは、他の光学的透過および反射特性を提供する。例えば、金属的光輝を付与するために、可視波長と比較して大きな2つ以上の寸法を有する被覆雲母フレークが、ポリマフィルム中へおよびペイント中へ添加された。これらのフレークはフィルムの面内に置くように操作でき、これにより、反射外観に強い方向依存性が付与される。このような効果を利用すると、特定の観察角に対しては反射性が高く、それ以外の観察角に対

しては透過性であるセキュリティスクリーンが提供できる。入射光に対する向きに依存した着色（鏡面的選択反射）を有する大きなフレークをフィルム中に添加すると、改変の証拠を提供することができる。この用途では、フィルム中のすべてのフレークが互いに同じように配向している必要がある。

しかしながら、無機混在物が充填されたポリマから作製された光学フィルムは、様々な弱点を呈する。典型的には、無機粒子とポリママトリックスとの接着は悪い。従って、マトリックスを横切って応力または歪みが加わると、フィルムの光学特性は劣化する。この理由としては、マトリックスと混在物との結合が抑制されること、および硬質な無機混在物が破壊される恐れがあること、の両方が挙げられる。更に、無機混在物を整列させるには、製造を複雑にする加工工程および配慮が必要である。

米国特許第4,688,900号(Doaneら)に開示されているような他のフィルムは、光変調液晶の液滴が分散された透明光透過性連続ポリママトリックスから成っている。報告によれば、この材料を延伸すると、液晶の液滴が歪んで球形から楕円体形に変化し、その楕円体の長軸は延伸方向に平行となる。米国特許第5,301,041号(Konumaら)にも同様な開示がなされているが、加圧することにより液晶の液滴を変形させている。A. Aphonin著、「延伸ポリマ分散液晶フィルムの光学特

性：角度依存性偏光散乱」, Liquid Crystals, Vol. 19, No. 4, 469-480(1995)には、液晶液滴をポリママトリックス中に配置して成る延伸フィルムの光学特性が記載されている。彼の報告によれば、液滴を、長軸が延伸方向と平行である楕円体形に伸長させると、その液滴に配向複屈折（液滴の寸法軸間の屈折率差）が付与され、その結果、特定のフィルム軸に沿った分散相と連続相の相対屈折率は一致しないが、それ以外のフィルム軸に沿った相対屈折率は一致するようになる。こうした液晶液滴は可視波長と比べて小さくないので、このようなフィルムの光学特性は、その反射および透過特性に対して実質的な拡散成分を有する。Aphoninは、バックライト照射ねじれネマチックLCD用の偏光拡散板としてこれらの材料を使用することを提案している。しかしながら、分散相として液晶を利用した光学フィルムでは、マトリックス相と分散相との屈折率差は実質的に制限される

。更に、このようなフィルムの液晶成分の複屈折は、典型的には、温度に敏感である。

米国特許第5,268,225号(Isayev)には、サーモトロピック液晶ポリマブレンドから作製された複合ラミネートが開示されている。このブレンドは、互いに混じり合わない2つの液晶ポリマから成る。このブレンドをキャストして、分散混在物相と連続相とから成るフィルムを形成することも可能である。フィルムを延伸した場合、分散相は、軸が延伸方向に配向した一連の繊維を形成する。このフィルムは改良された機械的性質をもつとの説明はあるが、フィルムの光学特性についての記載はない。しかしながら、それらの液晶の性質上、このタイプのフィルムは、上述した液晶材料の弱点を呈するであろう。

電場または磁場を印加することにより所望の光学特性を呈するような更に他のフィルムも作製された。例えば、米国特許第5,008,807号(Watersら)には、液晶材料を浸透させ、2つの電極の間に配置された繊維の層から成る液晶デバイスが記載されている。電極間に電圧を

印加すると、液晶材料の複屈折特性を変化させる電場を生じ、その結果、繊維と液晶の屈折率の差が様々に変化する。しかしながら、電場または磁場に対する要件は、多くの用途、特に既存の場が干渉を起こす恐れのある用途では、不便で望ましくぬものである。

第1のポリマの混在物の分散物を第2のポリマ中に添加し、次に、得られた複合体を1つまたは2つの方向に延伸することによって、他の光学フィルムが作製された。米国特許第4,871,784号(Otonariら)は、この技術の例である。ポリマを選択する際、分散相と周囲のマトリックスポリマとの接着性を低くし、その結果、フィルムを延伸したときに、各混在物の周りに楕円形のボイドが形成されるようにする。このようなボイドは、可視波長程度の寸法である。これらの「マイクロボイド」フィルム中のボイドとポリマとの屈折率差は、典型的にはかなり大きく(約0.5)、実質的な拡散反射を生じる。しかしながら、マイクロボイド材料は界面の幾何学構造が様々であるため、その光学特性を制御することが難しく、更に、偏光感応光学特性を得るのに有用と思われる、比較的屈折率の一致したフィル

ム軸を生成することは不可能である。更に、このような材料のボイドは、熱および圧力への曝露により容易に壊れる可能性がある。

分散相が連続マトリックス中に規則的なパターンで位置決めされて配置された光学フィルムも作製された。米国特許第5,217,794号(Schrenk)は、この技術の例である。この特許には、他のポリマ材料の連続マトリックス中に分散された2つの軸上の波長と比べて大きなポリマ混在物から作製されたラメラポリマフィルムが開示されている。分散相の屈折率は、1つ以上のラミネート軸に沿って、連続相の屈折率と顕著に異なり、他の軸に沿って、比較的よく一致している。分散相が規則的であるため、このタイプのフィルムは、実質的に反射性である場合には強い真珠光(すなわち、干渉に基づく角度依存性着

色)を呈する。この結果、こうしたフィルムは、光拡散が望ましい光学用途での使用が制限されてきた。

従って、連続相と分散相とから成る光学材料であって、しかも2つの相の屈折率差は材料の3つの寸法軸に沿って便利にかつ永久的に操作でき、結果として所望の程度の拡散および鏡面型の反射および透過が得られ;該光学材料は、応力、歪み、温度差、ならびに電場および磁場に対して安定であり;更に、該光学材料は有意なレベルの真珠光を呈しない、光学材料に対する必要性が当該技術分野に存在する。これらのおよび他の必要性は、これ以降で開示れさるよう、本発明により満たされる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明に従って作製された光学体(optical body)を示す略図であり、分散相は、本質的に円形の断面を有する一連の細長い塊として配置されている。

図2は、本発明に従って作製された光学体を示す略図であり、分散相は、本質的に楕円形の断面を有する一連の細長い塊として配置されている。

図3a~eは、本発明に従って作製された光学体中の分散相の種々の形状を示す略図である。

図4aは、配向方向に垂直に偏光された光に関して、本発明に係る配向フィルムに対する散乱角の関数として複屈折散乱分布を示したグラフである。



図4bは、配向方向に垂直に偏光された光に関して、本発明に係る配向フィルムに対する散乱角の関数として複屈折散乱分布を示したグラフである。

図5は、本発明に従って作製された多層フィルムの略図である。

図6aおよび6bは、本発明に従って作製された光学フィルムの電子顕微鏡写真である。

図7は、本発明に従って作製されたフィルムに対する垂直透過スペクトルである。

図8は、本発明のフィルムの光ファイバ用高効率光抽出器(extractor)としての使用を示す略図である。

図9Aおよび9Bはそれぞれ、本発明のフィルムおよび市販の光学フィルムに対する相対利得を角度の関数として示したグラフである。

図10は、好ましい1光指向性材料の側面図を表している。

図11は、図10に示されている好ましい光指向性材料の性能を示すグラフを表している。

図12Aおよび12Bはそれぞれ、方向制御偏光子の第1の好ましい実施態様の反射特性および透過特性を表している。

図13Aおよび13Bはそれぞれ、方向制御偏光子の第2の好ましい実施態様の反射特性および透過特性を表している。

図14は、拡散反射正透過偏光子を組込んだディスプレイの略側面図を表している。

図15は、方向制御偏光子の第1の好ましい実施態様を組込んだディスプレイの略側面図を表している。

図16は、方向制御偏光子の第2の好ましい実施態様を組込んだディスプレイの略側面図を表している。

図17は、方向制御偏光子の第1の好ましい実施態様と、光指向性材料の第2の層と、を組込んだディスプレイの略側面図を表している。

図18は、図11~14に示されているディスプレイ構成により得られた利得を比較する試験結果のグラフを表している。

## 発明の概要

1 態様において、本発明は、複屈折連続ポリマ相と、該連続相中に分散された実質的に非複屈折の分散相と、を含んでなる拡散反射フィルムまたはその他の光学体に関する。連続相および分散相の屈折率は、3つの互いに直交する軸のうちの第1の軸に沿って実質的に不一致であり（すなわち、互いに約0.05よりも大きく異なっている）、3つの互いに直交する軸のうちの第2の軸に沿って実質的に一致する。いくつかの実施態様において、鏡または偏光子を作製するうえで、連続相および分散相の屈折率は、3つの互いに直交する軸のうちの第3の軸に沿って、すなわちその軸に平行に、実質的に一致していても一致していなくてもよい。不一致軸に沿って、すなわちその軸に平行に、偏光された入射光は散乱されて、顕著な拡散反射を生じる。一致軸に沿って偏光された入射光の散乱はかなり少なく、実質的にスペクトルに応じて透過される。これらの性質を使用すると、顕著な透過を示さない偏極の光は拡散反射される低損失（顕著な吸収を示さない）反射偏光子などの様々な用途の光学フィルムが作製できる。

関連する態様において、本発明は、複屈折連続相と分散相とを含んでなる光学フィルムまたはその他の光学体であって、しかも該連続相と分散相の屈折率は、光学体の表面に垂直な軸に沿って実質的に一致する（すなわち、連続相と分散相との屈折率差が約0.05未満である）光学体に関する。

もう1つの態様において、本発明は、ポリマ連続複屈折第1相を有する複合光学体であって、しかも分散第2相は複屈折を示してもよいが、少なくとも2つの直交方向における一致および不一致の程度が主に第1相の複屈折に起因する複合光学体に関する。

更にもう1つの態様において、本発明は、寸法配向(dimensional orientation)および印加電場を介して力場を加えることにより複屈

折の大きさを変更でき、その結果、得られた樹脂材料が、少なくとも2つの直交方向に対して、約0.05を超える屈折率差を呈する第1の樹脂を提供する工程と；第1の樹脂中に分散される第2の樹脂を提供する工程と；2つの樹脂の屈折率が2つの方向のうちの一方において約0.05未満の範囲内ではほぼ一致し、かつ2つの

方向のうちの他方において第1の樹脂と第2の樹脂の屈折率差が約0.05を超えるように、これらの樹脂の複合体に前記力場を加える工程と、を含む、拡散反射偏光子の作製方法に関する。関連する実施態様において、第2の樹脂を第1の樹脂中に分散する前に、力場を加えて第1の樹脂の複屈折の変更を行う。

更にもう1つの態様において、本発明は、高い消光比を有する反射偏光子として作用する光学体に関する。この態様では、一致軸における屈折率差はできるかぎり小さくし、不一致軸における差は最大にする。容積分率、厚さ、ならびに分散相の粒子サイズおよび形状は、消光比を最大にするように選択できるが、様々な偏光に対する光の透過および反射の相対的重要性は、様々な用途に応じて変化する可能性がある。

もう1つの態様において、本発明は、連続相と、該連続相との屈折率差が第1の軸に沿って約0.05より大きく、該第1の軸に直交する第2の軸に沿って約0.05未満である分散相と、二色性染料と、を含んで成る光学体に関する。この光学体は、好ましくは、少なくとも1つの軸に沿って配向している。二色性染料は、配向軸に平行に偏光された光を散乱させるほかにこうした光を吸収することによって、光学体の消衰係数を改良する。

本発明のもう1つの態様において、少なくとも1つの軸に沿って共連続である少なくとも第1の相と第2の相を有する光学体が提供される。第1の相の屈折率と第2の相の屈折率との差は、第1の軸

に沿って約0.05より大きく、かつ該第1の軸に直交する第2の軸に沿って約0.05未満である。他の実施態様において、3つ以上の共連続相を使用して、互いに垂直な軸に沿って同じまたは類似の一致および不一致を達成する。

本発明の更にもう1つの態様において、反射防止層を上配設した、連続でかつ分散された相を有するフィルム、を含んでなる光学体が提供される。このようなフィルムは、光の波長の関数として平らな透過曲線を呈し、反射偏光子が組込まれて得られるディスプレイデバイスに対して色の変化を最小限に抑える傾向がある。

本発明の様々な態様において、入射光の少なくとも2つの直交する偏光に対す

る反射および透過特性は、連続相および分散相の光学指数、分散相粒子のサイズおよび形状、分散相の容積分率、入射光の一部が透過する光学体の厚さ、ならびに対象の電磁放射線の波長または波長バンドなどの種々のパラメータを選択または操作することによって決定される。

特定の軸に沿った屈折率の一致または不一致の大きさは、その軸に沿って偏光された光の散乱の度合に直接影響するであろう。一般的には、散乱能は、屈折率差の二乗で変化する。従って、特定の軸に沿って屈折率差が大きくなると、その軸に沿って偏光された光の散乱はより強くなる。逆に、特定の軸に沿ってその差が小さい場合は、その軸に沿って偏光された光は、より少ない散乱を受けるため、光学体の容積を介した正透過が起こる。

また、分散相のサイズが、散乱に著しい影響を与えることもある。分散相粒子が小さすぎる場合（すなわち、対象の媒体中における光の波長の約 $1/30$ 未満の場合）、かつ波長の三乗あたりの粒子数が多い場合、光学体は、任意の所定の軸に沿って2つの相の屈折率のほぼ間の有効屈折率を有する媒体の挙動を示す。この場合、光はほとんど

散乱されない。粒子が大きすぎる場合、粒子表面から光が正反射され、他の方向への拡散はほとんど起こらない。少なくとも2つの直交する方向に対して粒子が大きすぎる場合、望ましくぬ真珠光効果が起こることもある。また、粒子が大きくなると、光学体の厚さが大きくなり、所望の機械的性質が抑制されてしまうので、実質的な限界に達する可能性がある。

分散相の粒子の形状が光の散乱に影響を与えることもある。屈折率の一致および不一致方向の電場に対する粒子の減偏光率は、所定の方向における散乱の量を低減または増強することがある。この効果により、屈折率不一致に起因した散乱の量が増加または低下することもあるが、一般的には、本発明における好ましい特性範囲内で散乱に与える影響は小さい。

粒子の形状はまた、粒子から散乱される光の拡散の度合に影響を及ぼすこともある。この形状効果は一般的には小さいが、光の入射方向に垂直な面における粒子の幾何学的断面のアスペクト比が増大するにつれて、また粒子が相対的に大き

くなるにつれて、増大する。一般的には、本発明を実施するにあたり、正反射ではなく拡散反射が好ましい場合、1つまたは2つの互いに直交する寸法に関して、分散相粒子のサイズは光のいくつかの波長よりも小さくしなければならない。

寸法配列もまた、分散相の散乱挙動に影響を及ぼすことが分かっている。特に、本発明に従って作製された光学体では、整列された散乱体は、ランダムに配列された散乱体の場合のように正透過または正反射の方向に関して光を対称的に散乱することはないだろう。特に、配向処理によりロッドの形状に伸長された混在物は、主に、配向方向に中心を有しかつ正透過方向に沿ってエッジを有する円錐に沿って(またはその近傍に)光を散乱する。例えば、このような伸長されたロッド上へ配向方向に垂直な方向に入射した光に対して、散乱光は、配向

方向に垂直な面の光のバンドとして現れ、その強度は、正反射方向からの角度が増大するにつれて減少する。混在物の幾何学構造を調整することにより、透過性半球および反射性半球のいずれにおいても、散乱光の分布をいくらか制御することができる。

分散相の容積分率もまた、本発明の光学体中における光の散乱に影響を与える。ある限度内で、分散相の容積分率が増大すると、偏光の一致および不一致方向の両方に対して、光学体に入射した後で光線が受ける散乱の量を増大させる傾向がある。この因子は、所定の用途に対する反射および透過特性を制御するために重要である。しかしながら、分散相の容積分率が大きくなりすぎると、光の散乱は減少する。理論に束縛されるものではないが、このことは、分散相粒子が光の波長程度に互いに近接し、その結果、粒子が少数の大きな有効粒子として互いに作用する傾向を呈するという事実に起因するものと思われる。

光学体の厚さもまた、本発明において反射および透過特性を与えるように操作可能な重要な制御パラメータである。光学体の厚さが増大するにつれて、拡散反射も増大し、正透過および拡散透過はいずれも減少する。

本明細書中において、可視スペクトル領域に関連させて本発明をしばしば説明するが、本発明の種々の実施態様を使用して光学体の成分の大きさを適切に調節することにより、電磁放射線の様々な波長において作動させることができる。この場

合、波長が増大するにつれて、波長単位で測定した場合の寸法がほぼ一定に保たれるように、光学体の成分の直線サイズを増大させる。波長を変化させるもう1つの主要な効果は、対象のほとんどの材料に対して、屈折率および吸収係数が変化することである。しかしながら、屈折率の一致および不一致の原理は、依然として、対象の各波長において適用される。

## 発明の詳細な説明

### 序

本明細書中で使用する場合、「正反射」および「正反射率」という用語は、正(specular)角を中心に16度の頂角を有する仮想(emergent)円錐中に入る光の反射を意味する。「拡散反射」および「拡散反射率」という用語は、上で定義された正(specular)円錐の外側への光線の反射を意味する。従って、全反射は、正反射と拡散反射との合計である。

同様に、本明細書中では、「正透過」および「正透過率」という用語は、正(specular)方向を中心に16度の頂角を有する仮想円錐中に入る光の透過に関連して使用される。「拡散透過」および「拡散透過率」という用語は、上で定義された正円錐の外側への光線の透過に関連して使用される。「全透過」または「全透過率」という用語は、光学体を介したすべての光の透過を合わせたものを意味する。従って、全透過は、正透過と拡散透過との合計である。

本明細書中で使用する場合、「消光比」という用語は、一つの偏光の全透過光と、直交する偏光の透過光との比を意味するものと定義される。

図1～2は、本発明の第1の実施態様を示している。本発明に従えば、複屈折マトリックス相または連続相12と、不連続相または分散相14とから成る拡散反射光学フィルム10または他の光学体が作製される。連続相の複屈折率は、典型的には、少なくとも約0.05、好ましくは少なくとも約0.01、より好ましくは少なくとも約0.15、最も好ましくは少なくとも約0.2である。

連続相と分散相の屈折率は、3つの直交軸のうちの第1の軸に沿って実質的に一致しており（すなわち、その差は約0.05未満である）、

3つの直交軸のうちの第2の軸に沿って実質的に不一致である（すなわち、その差は約0.05を超える）。好ましくは、連続相と分散相との屈折率差は、一致軸に沿って約0.03未満、より好ましくは約0.02未満、最も好ましくは約0.01未満である。連続相と分散相との屈折率差は、不一致軸に沿って、好ましくは少なくとも約0.07、より好ましくは少なくとも約0.1、最も好ましくは少なくとも約0.2である。

特定の軸に沿った屈折率の不一致は、その軸に沿って偏光された入射光が実質的に散乱され、その結果、かなりの反射量となるという効果をもつ。これとは対照的に、透過率が一致している軸に沿って偏光された入射光は、散乱の量はかなり少なく、正透過または正反射されるであろう。この効果を利用すると、反射偏光子および鏡などの様々な光学デバイスを作製することができる。

本発明は、反射偏光子を作製するための実用的で単純な光学体および方法を提供し、更に、本明細書中に記載の原理に従った光学特性の連続領域を得る手段を提供する。また、高い消光比を有する非常に効率てきな低損失偏光子を得ることもできる。他の利点は、分散相と連続相に対する実用材料の範囲が広いこと、およびばらつきのない予測可能な高品質の性能の光学体を高度な制御下で提供できることである。

#### 屈折率の一致／不一致の効果

好ましい実施態様において、連続相および分散相のうちの少なくとも1つの材料は、配向処理により屈折率変化を起こすタイプである。従って、フィルムが1つ以上の方向に延伸されると、1つ以上の軸に沿って屈折率の一致または不一致を生じる。配向パラメータおよび他の処理条件を注意深く操作することにより、正または負の複屈折のマトリックスを使用して、所定の軸に沿って1つまたは両方の偏光の

拡散反射または透過を誘発することができる。透過と拡散反射との相対比は、分散相混在物の濃度、フィルムの厚さ、連続相と分散相との屈折率差の二乗、分散相混在物のサイズおよび幾何学構造、ならびに入射放射線の波長または波長バンドに依存する。

特定の軸に沿った屈折率の一致または不一致の大きさは、その軸に沿って偏光された光の散乱の度合に直接影響を及ぼす。一般的には、散乱能は、屈折率差の二乗で変化する。従って、特定の軸に沿って屈折率差が大きくなると、その軸に沿って偏光された光の散乱はより強くなる。逆に、特定の軸に沿ってその差が小さい場合は、その軸に沿って偏光された光は、より少ない散乱を受けるため、光学体の容積を介した正透過が起こる。

図4a～bは、本発明に従って作製された配向フィルムにおけるこうした効果を示している。ここでは、632.8nmの垂直入射光に対して、典型的な二方向散乱分布関数(BSDF)が示されている。BSDFについては、J. Stover, "Optical Scattering Measurement and Analysis" (1990)に記載がある。BSDFは、配向軸に対して垂直な偏光および平行な偏光の両方に対して散乱角の関数として示されている。散乱角ゼロは、非散乱(正透過)光に対応する。図4aに示されているように、屈折率一致方向に(すなわち、配向方向に垂直に)偏光された光に対して、顕著な正透過ピークが存在し、かなりの量の拡散透過光成分(8～80度の散乱角)および少量の拡散反射光成分(100度を超える散乱角)が含まれる。図4bに示されているように、屈折率不一致方向に(すなわち、配向方向に平行に)偏光された光に対して、無視しうる正透過光およびかなり減少した拡散透過光成分ならびにかなりの量の拡散反射成分が存在する。これらのグラフで示された散乱面は、配向方向に垂直な面であり、この面には、これらの伸長された混在物に対する散乱光のほとんどが存在することに注目すべきで

ある。この面の外側の散乱光の寄与は、大きく低下する。

ある軸に沿って、混在物(すなわち、分散相)の屈折率が連続ホスト媒体の屈折率と一致した場合、この軸に平行な電場で偏光された入射光は、混在物のサイズ、形状、および密度にかかわらず、散乱されずに透過するであろう。ある軸に沿って屈折率が一致しない場合、混在物は、この軸に沿って偏光された光を散乱するだろう。約 $\lambda/30$ (ただし、 $\lambda$ は媒体中の光の波長である)を超える寸法の所定の断面の散乱体に対して、散乱強度は、主に、屈折率差によって決まる。不一致の混在物の正確なサイズ、形状、および配置は、どれほどの光がその混在



物から種々の方向に散乱されるかを決定する役割を担う。多重散乱理論によれば、散乱層の密度および厚さが十分な場合、入射光は反射または吸収されるであろうが、散乱体のサイズおよび形状の細部にかかわらず透過されるであろう。

こうした材料を偏光子として使用する場合、面内横延伸方向に延伸およびいくらかの寸法緩和を行い、結果として、連続相と分散相との屈折率差が、材料の表面に平行な面にある第1の軸に沿って大きく、他の2つの直交軸に沿って小さくなるように処理することが好ましい。これにより、異なる偏光の電磁放射線に対して、大きな光学的異方性を生じる。

本発明の範囲内にある偏光子のいくつかは、楕円偏光子である。一般的には、楕円偏光子は、延伸方向および横延伸方向の両方に対して、分散相と連続相との屈折率差を有するであろう。前方散乱と後方散乱との比は、分散相と連続相との屈折率差、分散相の濃度、分散相のサイズおよび形状、ならびにフィルム全体の厚さに依存する。一般的には、楕円偏光子は、分散相の粒子と連続相との屈折率差が比較的小さい。複屈折ポリマに基づく拡散体を使用することにより、高い楕円偏光感度（すなわち、光の偏極に依存した拡散反射）を得ることができ

る。極限の状態において、ポリマの屈折率が1つの軸上で一致した場合、楕円偏光子は拡散反射偏光子になるであろう。

#### 屈折率の一致／不一致を決める方法

本発明に係る偏光子に使用するために選択される材料、およびこうした材料の配向の度合を決める場合、好ましくは、完成偏光子中の相が、関連する屈折率が実質的に等しい少なくとも1つの軸を有するようする。この軸、典型的には、ただし、必ずしも必要というわけではないが、配向方向を横切る軸、に関連した屈折率が一致すると、その偏光面における光の反射は実質的に起こらなくなる。

また、分散相は、延伸後、配向方向に関連した屈折率の低下を示す場合もある。ホストの複屈折が正の場合、歪みに誘発される分散相の負の複屈折は、配向軸に関連した隣接相の屈折率差を増大させ、しかも、依然として、配向軸に垂直な偏光面の光の反射は無視できるという利点を有する。配向方向に直交する方向における隣接相間の屈折率差は、配向処理後、約0.05未満、好ましくは約0.02未満

にしなければならない。

分散相はまた、歪みに誘発されて正の複屈折を呈することもある。しかしながら、これは、熱処理によって、連続相の配向方向に垂直な軸の屈折率と一致させるように変えることができる。熱処理の温度は、連続相の複屈折を緩和するほど高くしてはならない。

#### 分散相のサイズ

分散相のサイズもまた、散乱に著しい影響を及ぼすことがある。分散相粒子が小さすぎる場合（すなわち、対象の媒体中における光の波長の約1/30未満の場合）、かつ波長の三乗あたりの粒子数が多い場合、光学体は、任意の所定の軸に沿って2つの相の屈折率のほぼ間

の有効屈折率を有する媒体の挙動を示す。この場合、光はほとんど散乱されない。粒子が大きすぎる場合、粒子表面から光が正反射され、他の方向への拡散はほとんど起こらない。少なくとも2つの直交する方向に対して粒子が大きすぎる場合、望ましからぬ真珠光効果が起こることもある。また、粒子が大きくなると、光学体の厚さが大きくなり、所望の機械的性質が抑制されてしまうので、実質的な限界に達する可能性がある。

配列後の分散相の粒子の寸法は、光学材料の所望の用途により変わることもある。この場合、例えば、粒子の寸法は、反射または透過する可視、紫外、赤外、およびマイクロ波の放射線に対して異なる寸法が必要となる特定の用途において、対象となる電磁放射線の波長に応じて変化させてもよい。しかしながら、一般的には、粒子の長さは、媒体中における対象の電磁放射線の波長を30で割った値よりもほぼ大きくなるようにしなければならない。

好ましくは、光学体が低損失反射偏光子として使用される用途において、粒子の長さは、対象の波長域にわたり電磁放射線の波長の約2倍よりも大きく、好ましくは波長の4倍を超える。粒子の平均直径は、好ましくは、対象の波長域にわたり電磁放射線の波長以下であり、好ましくは、所望の波長の0.5未満である。ほとんどの用途において分散相の寸法は二次的な要因として考慮されるが、比較的拡散反射が起こらない薄いフィルム用途では、重要性は増大する。

## 分散相の幾何学構造

屈折率の不一致は、本発明のフィルム中での散乱を確実に促進するための主要な因子であるが（すなわち、本発明に従って作製された拡散鏡または偏光子は、少なくとも1つの軸に沿って、連続相と分散相の屈折率の実質的な不一致を有する）、分散相の粒子の幾何学構造

が、散乱に対して二次的な影響を与えることもある。この場合、屈折率の一致および不一致の方向における電場に対する粒子の減偏光率は、所定の方向における散乱の量を低下または増大させることがある。例えば、分散相が配向軸に垂直な面に沿った断面において楕円形である場合、分散相の楕円形断面形状は、前方散乱光および後方散乱光のいずれにおいても非対称拡散に寄与する。この効果により、屈折率差による散乱の量が増大または低下することもあるが、一般的には、本発明における好ましい特性範囲内で散乱に与える影響は小さい。

分散相粒子の形状はまた、粒子から散乱される光の拡散の度合に影響を及ぼすこともある。この形状効果は一般的には小さいが、光の入射方向に垂直な面における粒子の幾何学的断面のアスペクト比が増大するにつれて、また粒子が相対的に大きくなるにつれて、増大する。一般的には、本発明を実施するにあたり、正反射ではなく拡散反射が好ましい場合、1つまたは2つの互いに直交する寸法に関して、分散相粒子のサイズは光のいくつかの波長よりも小さくしなければならない。

好ましくは、低損失反射偏光子に対して、好ましい実施態様は、一連のロッド状構造物として連続相中に分散された分散相からなるが、このロッド状構造物は、配向の結果として、配向方向に平行な偏光に対する反射を、この偏光に対する散乱強度および分散を配向方向に垂直な偏光に対するものよりも大きくすることによって増強することができる。しかしながら、図3a～eに示されているように、分散相は多くの異なる幾何学構造で提供することが可能である。この場合、分散相は、図3a～cに示されているようにディスク状もしくは細長いディスク状であってもよいし、図3d～eに示されているようにロッド状であってもよいし、または球状であってもよい。分散相の断面がほぼ楕円形（円形を含む）、多角形、

不規則形、またはこれらの形

状の1つ以上の組合せである他の実施態様も考えられる。また、分散相の粒子の断面形状およびサイズは、粒子ごとに、またはフィルムの領域ごとに（すなわち、表面からコアまで）異なる場合もある。

いくつかの実施態様において、分散相は、コアおよびシェルの構造をとることもできる。この構造では、コアおよびシェルは、同じかもしくは異なる材料から作製されるか、またはコアは中空である。この場合、例えば、分散相は、同じかまたはランダムな長さの、および均一かまたは非均一な断面の中空繊維から成っていてもよい。繊維の内部空間は空洞であってもよいし、好適な媒体で充填されていてもよく、更に、この媒体は、固体、液体、もしくは気体であってもよいし、有機物または無機物であってもよい。媒体の屈折率は、所望の光学効果（すなわち、所定の軸に沿った反射または偏光）が得られるように、分散相と連続相の屈折率を考慮して選ぶことができる。

分散相の幾何学構造は、光学材料の好適な配向もしくは加工により、特定の幾何学構造をもつ粒子を使用することにより、またはこれら2つの組合せにより、得ることができる。この場合、例えば、実質的にロッド状構造物をもつ分散相は、単一の軸に沿ってほぼ球状の分散相粒子から成るフィルムを配向させることにより、作製することができる。ロッド状構造物は、第1の軸に垂直な第2の方向にフィルムを配向させることにより、楕円形の断面にすることができる。更なる例として、一連の実質的に矩形のフレークから成る分散相を含むフィルムを単一方向に配向させることにより、ロッドの断面が矩形である実質的にロッド状構造物を有する分散相を作製することができる。

延伸を行うことにより材料内に屈折率差を誘発することもできるので、延伸は、所望の幾何学構造を得るための1つの便利な方法である。上述したように、本発明に係るフィルムの配向は、2つ以上の方向に行ってもよく、更に、逐次的もしくは同時に行っても良い。

もう1つの例として、連続相および分散相の成分は、分散相が非配向フィルム

中の1つの軸においてロッド状となるように、押出することもできる。高いアスペクト比のロッドは、押出フィルム中のロッドの主軸の方向に配向させることにより、発生することができる。板状構造物は、押出フィルム中のロッドの主軸と直交する方向に配向させることにより、発生することができる。

図2の構造物は、連続マトリックス中の本質的に球状の粒子のブレンドを非対称二軸配向させることによって作製することができる。この他、この構造物は、複数の繊維をマトリックス材料中に添加する工程と、単一の軸に沿ってこの構造物を配列させる工程と、この軸を横切る方向に混合物を配向させる工程と、により得ることもできる。この構造物を得るための更にもう1つの方法は、ブレンドを押出してフィルムを形成するときに繊維状分散相が形成されるように、ポリマブレンドの成分の比粘度、剪断力、または表面張力を制御する方法である。一般的には、押出方向に剪断力を加えた場合に最良の結果が得られることが分かっている。

#### 分散相の寸法配列

寸法配列もまた、分散相の散乱挙動に影響を与えることが分かっている。特に、本発明に従って作製された光学体では、整列された散乱体は、ランダムに配列された散乱体の場合のように正透過または正反射の方向に関して光を対称的に散乱することはないだろう。特に、配向処理によりロッドの形状に伸長された混在物は、主に、配向方向に中心を有しかつ正透過方向に沿った円錐の表面に沿って（またはその近傍に）光を散乱する。これにより、ほぼ正反射方向および正透過方向に散乱される光の異方的分配を生じることもある。例えば、このような伸長されたロッド上へ配向方向に垂直な方向に入射した光に対

して、散乱光は、配向方向に垂直な面の光のバンドとして現れ、その強度は、正反射方向からの角度が増大するにつれて減少する。混在物の幾何学構造を調整することにより、透過性半球および反射性半球のいずれにおいても、散乱光の分布をいくらか制御することができる。

#### 分散相の寸法

低損失反射偏光子として光学体が使用される用途において、分散相の構造物は

、好ましくは、高いアスペクト比を有する。すなわち、この構造物は、1つの寸法がそれ以外の任意の寸法よりも実質的に大きい。アスペクト比は、好ましくは少なくとも2、より好ましくは少なくとも5である。最大の寸法（すなわち、長さ）は、好ましくは、対象の波長域にわたり電磁放射線の波長の少なくとも2倍、より好ましくは、所望の波長の少なくとも4倍である。分散相の構造物のより小さい（すなわち、断面の）寸法は、好ましくは、対象の波長以下、より好ましくは、対象の波長の0.5倍未満である。

#### 分散相の容積分率

分散相の容積分率もまた、本発明の光学体中における光の散乱に影響を与える。ある限度内で、分散相の容積分率が增大すると、偏光の一致および不一致方向の両方に対して、光学体に入射した後で光線が受ける散乱の量を増大させる傾向がある。この因子は、所定の用途に対する反射および透過特性を制御するために重要である。

分散相の所望の容積分率は、連続相および分散相用材料の特定の選択などの多くの要因により変わるであろう。しかしながら、分散相の容積分率は、典型的には、連続相に対して少なくとも約1体積%、より好ましくは、約5%～約15%の範囲内、最も好ましくは、約15%～約30%の範囲内であろう。

#### 共連続相

ほぼ等しい粘度の高重合体の二成分ブレンドに対する容積分率が50%に近づくと、各相が空間内で連続的になるため、分散相と連続相との識別が困難になる。選択される材料にもよるが、第1の相が第2の相中に分散された状態で現れる領域およびその逆の状態の領域が存在する場合がある。種々の共連続形態、ならびにそれらの評価、分析、およびキャラクタリゼーションを行う方法については、Sperlingの文献およびその中で引用されている文献（L.H. Sperling, 「ミクロ相構造」, Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, 2nd Ed., Vol. 9, 760-788およびL.H. Sperling, 第1章「相互侵入ポリマ網目：概観」, Interpenetrating Polymer Networks, D. Klemperer, L.H. Sperling, and L.A. Utracki編, Advances in Chemistry Series #239, 3-38, 1994）を参照されたい。

共連続相を有する材料は、多数の異なる方法により、本発明に従って作製することができる。この場合、例えば、第1相ポリマ材料と第2相ポリマ材料とを機械的にブレンドすることにより、共連続系を得ることができる。ブレンドングにより得られる共連続形態の具体例は、例えば、D. Bourry and B.D. Favis, 「HDPE/PSブレンドにおける共連続性および相反転：界面修飾の役割」, 1995 Annual Technical Conference of the Society of Plastics Engineers ANTEC, Vol. 53, No. 2, 2001-2009 (ポリスチレン／ポリエチレンブレンド) およびA. Lec lair and B.D. Favis, 「不混和性二成分ポリマブレンドにおける界面接触の役割およびその機械的性質に及ぼす影響」, Polymer, Vol. 37, No. 21, 4723-4728, 1996 (ポリカーボネート／ポリエチレンブレンド) に記載されている。

共連続相はまた、米国特許第4,281,084号の中でポリスチレンとポ

リ(メチルメタクリレート)とのブレンドに対して開示されているように、最初に、超臨界流体抽出から得られたこれらの相を溶解し、次いで、N. Mekhilef, B.D. Favis and P.J. Carreau, 「ポリスチレンポリエチレンブレンドの形態学的安定性」, 1995 Annual Technical Conference of the Society of Plastics Engineers ANTEC, Vol. 53, No. 2, 1572-1579 に記載されているように、熱および／または機械的剪断に曝露してから相分離させることにより、本発明に従って形成することもできる。

本発明に従って共連続相を作製する更なる方法は、相互侵入ポリマ網目 (IPN) の形成を介するものである。より重要なIPNをいくつか挙げると、同時IPN、逐次IPN、グラジエントIPN、ラテックスIPN、熱可塑性IPN、および半IPNがある。これらのおよび他のタイプのIPN、それらの物理的性質(例えば、状態図)、ならびにそれらの調整およびキャラクタリゼーションを行う方法については、例えば、L.H. Sperling and V. Mishra, 「相互侵入ポリマ網目の現状」, Polymers for Advanced Technologies, Vol. 7, No. 4, 197-208, April 1996、およびL.H. Sperling, 「相互侵入ポリマ網目：概観」, Interpenetrating Polymer Networks, D. Klempner, L.H. Sperling, and L.A. Utracki編, Advances in Chemistry Series #239, 3-38, 1994を参照されたい。これらの系を調製するための主要な方

法のいくつかを以下にまとめる。

同時IPNは、2つ以上のポリマ網目のそれぞれのモノマまたはプレポリマ、更に、架橋剤および活性化剤と一緒に混合することにより、作製することができる。次に、それぞれのモノマまたはプレポリマを、同時にかつ妨害を起こさないように反応させる。この場合、例えば、一方の反応は連鎖重合速度論に従って進行させ、他方の反応は逐次重合速度論に従って進行させてもよい。

逐次IPNは、最初に、初期ポリマ網目を形成することにより、作製される。次に、1つ以上の他の網目のモノマ、架橋剤、および活性化剤を、初期ポリマ網目中に組入れ、*in situ*で反応させて更なるポリマ網目を生成させる。

グラジエントIPNは、IPNの全体的組成または架橋密度が材料中において場所により巨視的に変化するように合成される。このような系は、例えば、フィルムの内部にわたり組成勾配をもたせるように、フィルムの一方向の面上に第1のポリマ網目を優先的に形成し、フィルムのもう1つの面上に第2のポリマ網目を優先的に形成することにより、作製することができる。

ラテックスIPNは、ラテックスの形態で作製される（例えば、コアおよびシェルの構造）。いくつかの変形として、ポリマを架橋する2つ以上のラテックスを混合し、フィルムを形成することもできる。

熱可塑性IPNは、ポリマブレンドと化学的架橋ではなく物理的架橋を含むIPNとのハイブリッドである。この結果、これらの材料は、熱可塑性エラストマと類似した方法で高温で流動させることができるが、通常の使用時の温度では架橋されてIPNとして振る舞う。

半IPNは、2つ以上のポリマの組成物であり、1つ以上のポリマが架橋され、1つ以上のポリマが線状または分枝状である。

上述したように、共連続は、二成分系のほかに多成分系でも得ることができる。例えば、所望の光学特性（例えば、透過性および反射性）および／または改良された物理的性質を得るために、3つ以上の材料を併用してもよい。成分はすべて不混和性であってもよいし、または2つ以上の成分が混和性を示してもよい。共連続を呈するいくつかの三成分系については、例えば、L. H. Sperling, 第1



章「相互侵入ポリマ網目：概観」, Interpenetrating Polymer Networks, D. Klemper, L.H. Sperling, and L.A. Utracki編, Advances in Chemistry Series

#239, 3. 38, 1994に記載がある。

相構造物の特徴的なサイズ、共連続が観測されうる容積分率の範囲、およびこうした形態の安定性はいずれも、相溶化剤、グラフトもしくはブロックコポリマ、または反応性成分(例えば、無水マレイン酸またはグリシジルメタクリレート)などの添加剤によって影響される場合もある。このような効果については、例えば、ポリスチレンおよびポリ(エチレンテレフタレート)のブレンドに対して、H. Y. Tsai and K. Min, 「官能基化ポリスチレンおよびポリエチレンテレフタレートの反応性ブレンド」, 1995 Annual Technical Conference of the Society of Plastics Engineers ANTEC, Vol. 53, No. 2, 1858-1865に記載がある。しかしながら、特定の系に対して、通常の実験を解して状態図を作製し、これを使用して本発明に係る共連続系を形成することもできる。

本発明に従って作製された共連続系の微視的構造物は、調製方法、相の混和性、添加剤の存在、および当該技術分野で周知の他の要因により顕著に変化することもある。この場合、例えば、共連続系中の1つ以上の相は、繊維がランダムに配向しているかまたは共通の軸に沿って配向した繊維質であってもよい。その他の共連続系としては、マトリックスのセル内に連続的に第2の相を配置してなる第1の相の開放セルマトリックスを含むものであってもよい。これらの系の中の相は、単一の軸に沿って、2つの軸に沿って、または3つの軸に沿って共連続であってもよい。

共連続相(特に、IPN)を有する本発明に従って作製された光学体は、いくつかの場合において、単一の連続相だけから作製された類似の光学体の性質よりも優れた利点を呈する性質をもつが、もつろん、個々のポリマの性質および混合の方法にも依存する。この場合、例えば、本発明の共連続系では、構造的に異なるポリマを化学的または物

理的に組合せることができ、これにより、特定の要望に答えるように光学体の性

質を改良する便利なルートが提供される。更に、共連続系は、加工が容易であることが多いであろう。また、耐候性、易燃性の低下、耐衝撃性および引張強度の増大、可撓性の向上、ならびに優れた耐薬品性などの性質を付与することも可能である。IPNは、典型的には、溶剤中で膨潤し（ただし、溶解しない）、更に、類似の非IPN系と比較して、クリープが抑制され、しかも流動性であるため、特定の用途にとりわけ有利である（例えば、D. Klempner and L. Berkowski, 「相互侵入ポリマ網目」, Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, 2nd Ed., Vol., 9, 489-492を参照されたい）。

当該技術分野で周知の共連続系の原理を、本明細書中に記載の教示に照らして適用し、独特な光学特性を有する共連続形態を生成することが可能であることは、当業者には分かるであろう。この場合、例えば、周知の共連続形態の屈折率を、本明細書の教示に従って操作し、本発明に係る新しい光学フィルムを作製することができる。同様に、本明細書に記載の原理を周知の光学系に適用し、共連続形態を生成することもできる。

#### 光学体の厚さ

光学体の厚さもまた、本発明において、反射および透過特性を与えるように操作可能な重要なパラメータである。光学体の厚さが増大するにつれて、拡散反射も増大し、正透過および拡散透過はいずれも減少する。この場合、光学体の厚さは、典型的には、最終製品において所望の大きさの機械的強度が得られるように選択されるであろうが、この厚さを利用して、反射および透過特性を直接制御することもできる。

また、厚さを利用して、光学体の反射および透過特性の最終的な微調整を行うこともできる。この場合、例えば、フィルム用途において、押出フィルムに対する透過および反射の値を測定し、かつ予め決められた範囲内に反射および透過の値を保持するようにフィルムの厚さを変化させる（すなわち、押出速度を調節するかまたは注型用ホイールの速度を変化させることにより）下流の光学装置によって、フィルムの押出に使用される装置の制御を行うことができる。

#### 連続相／分散相用の材料

光学体が利用される特定の用途にもよるが、本発明の光学体において、連続相または分散相として、多くの異なる材料を使用することができる。このような材料としては、シリカを基剤としたポリマなどの無機材料、液晶などの有機材料、ならびにモノマ、コポリマ、グラフトポリマ、およびこれらの混合物もしくはブレンドなどのポリマ材料が挙げられる。所定の用途に対する材料の厳密な選択は、特定の軸に沿った連続相および分散相の屈折率の所望の一致度および不一致度ならびに得られる製品の所望の物理的性質に基づいて行われるであろう。しかしながら、連続相の材料は、一般的には、所望のスペクトル領域において実質的に透明であるという特徴をもつであろう。

材料の選択にあって更に考慮すべき点は、得られる製品が少なくとも2つの異なる相を含まなければならないという点である。このことは、互いに不混和性の2つ以上の材料から得られた光学材料をキャストすることによって達成することができる。この他、互いに不混和性でない第1の材料と第2の材料を含む光学材料を作製することが望まれる場合、かつ第1の材料が第2の材料よりも高い融点をもつ場合、第1の材料の融点未満の温度において第2の材料の熔融マトリックス中に適切な寸法の第1の材料の粒子を包埋することが可

能な場合がある。次に、得られた混合物をキャストしてフィルムを形成し、続いて配向処理を行うかまたは行わずに、光学デバイスを作製することができる。

本発明において連続相または分散相として使用するための好適なポリマ材料としては、非晶質、半結晶質、または結晶質のポリマ材料が挙げられるが、具体的には、イソフタル酸、アゼライン酸、アジピン酸、セバシン酸、二安息香酸、テレフタル酸、2,7-ナフタレンジカルボン酸、2,6-ナフタレンジカルボン酸、シクロヘキサレンジカルボン酸、ビ安息香酸（4,4'-ビ安息香酸を含む）などのカルボン酸を基剤としたモノマから形成された材料、または上記の酸の対応するエステル（すなわち、ジメチルテレフタレート）から形成された材料が含まれる。これらのうちで、2,6-ポリエチレンナフタレン(PEN)が特に好ましい。なぜなら、歪みに誘発される複屈折、および延伸後に複屈折を永久的に保持する能力が得られるからである。波長550nmの偏光された入射光に対するPENの屈折率は、偏光面が延

伸軸に平行な場合、延伸後、約1.64から約1.9程度の大きさまで増大し、一方、延伸軸に垂直に偏光された光に対する屈折率は低下する。PENは、可視スペクトル域において、0.25~0.40の複屈折率（この場合は、延伸方向に沿った屈折率と延伸方向に垂直な屈折率との差）を呈する。分子配向を増大させることにより、複屈折率を増大させることができる。フィルム製造時に利用される加工条件にもよるが、PENは、約155℃から約230℃にわたり実質的に熱安定性を示すことができる。

ポリブチレンナフタレートもまた、他の結晶質ナフタレンジカルボン酸ポリエステルと同様に好適な材料である。結晶質ナフタレンジカルボン酸ポリエステルは、異なる面内軸に関連した屈折率の差が少なくとも0.05、好ましくは0.20を超える。

PENを本発明の光学材料中の1つの相として使用する場合、他方

の相は、好ましくは、ポリメチルメタクリレート (PMMA)、またはシンジオタクチックポリスチレン (sPS) などのシンジオタクチックビニル芳香族ポリマである。PENと併用される他の好ましいポリマは、テレフタル酸、イソフタル酸、セバシン酸、アゼライン酸、もしくはシクロヘキサレンジカルボン酸、またはこれらの材料に関連したアルキルエステルを基剤としたものである。相間の接着性を改良するために、少量のナフタレンジカルボン酸を利用することもできる。ジオール成分は、エチレングリコールまたは関連したジオールであってもよい。好ましくは、選択されたポリマの屈折率は、約1.65未満、より好ましくは約1.55未満であるが、同じ屈折率差が得られるならば、より高い屈折率を有するポリマを使用することによって類似の結果を得ることも可能である。

本発明において有用なシンジオタクチックビニル芳香族ポリマとしては、ポリ(スチレン)、ポリ(アルキルスチレン)、ポリ(スチレンハリド)、ポリ(アルキルスチレン)、ポリ(ビニルエステルスチレン)、ならびにこれらの水素化ポリマおよび混合物、またはこれらの構造単位を含有したコポリマが挙げられる。ポリ(アルキルスチレン)としては、ポリ(メチルスチレン)、ポリ(エチルスチレン)、ポリ(プロピルスチレン)、ポリ(ブチルスチレン)、ポリ(フェニルスチレン)、ポ

リ(ビニルスチレン)、およびポリ(アセナフタレン)が挙げられる。ポリ(スチレンハリド)に関しては、例えば、ポリ(クロロスチレン)、ポリ(ブロモスチレン)、およびポリ(フルオロスチレン)が挙げられる。ポリ(アルコキシスチレン)としては、例えば、ポリ(メトキシスチレン)、およびポリ(エトキシスチレン)が挙げられる。これらの例のうち、特に好ましいスチレングループのポリマとしては、ポリスチレン、ポリ(p-メチルスチレン)、ポリ(m-メチルスチレン)、ポリ(p-第三級ブチルスチレン)、ポリ(p-クロロスチレン)、ポリ(m-クロロスチレン)、ポリ(p-

フルオロスチレン)、ならびにスチレンおよびp-メチルスチレンのコポリマが挙げられる。

更に、シンジオタクチックビニル芳香族グループのコポリマのコモノマとしては、先に説明したスチレングループのポリマのモノマの他に、エチレン、プロピレン、ブテン、ヘキセン、もしくはオクテンなどのオレフィンモノマ；ブタジエン、イソプレンなどのジエンモノマ；環状ジエンモノマ、メチルメタクリレート、無水マレイン酸、もしくはアクリロニトリルなどの極性ビニルモノマが挙げられる。

本発明のシンジオタクチックビニル芳香族ポリマは、ブロックコポリマ、ランダムコポリマ、または交互コポリマであってもよい。

本発明において参照される高レベルのシンジオタクチック構造を有するビニル芳香族ポリマとしては、一般的には、炭素-13核磁気共鳴により測定した場合、75%よりも大きいシンジオタクチシティを有するポリスチレンが挙げられる。好ましくは、シンジオタクチシティの度合は、80%よりも大きいラセミダイアド、または30%よりも大きい、好ましくは50%よりも大きいラセミペンタドである。

更に、このシンジオタクチックビニル芳香族グループのポリマの分子量に関しては特に制限があるわけではないが、好ましくは、その重量平均分子量は、10,000より大きくかつ1,000,000未満、より好ましくは、50,000より大きくかつ800,000未満である。

こうした他の樹脂に関しては、種々のタイプが挙げられるが、例えば、アタク

チック構造をもつビニル芳香族グループのポリマ、および混和性のあるすべてのポリマが含まれる。具体的には、ポリエチレンエーテルは、先に説明したビニル芳香族グループのポリマとの良好な混和性を呈する。更に、これらの混和性樹脂成分の組成は、好ましくは70重量%～1重量%、より好ましくは、50重量%～2重量%である。混和性樹脂成分の組成が70重量%を超えると、耐熱性の劣化を生じ

る恐れがあり、通常は望ましくない。

特定の相に対して選択されたポリマがコポリエステルまたはコポリカーボネートである必要はない。ビニルナフタレン、スチレン、エチレン、無水マレイン酸、アクリレート、およびメタクリレートなどのモノマから調製されたビニルポリマおよびコポリマを利用することもできる。ポリエステルおよびポリカーボネート以外の縮合ポリマを利用することもできる。好適な縮合ポリマとしては、ポリスルホン、ポリアミド、ポリウレタン、ポリアミド酸、およびポリイミドが挙げられる。PENがホストであるときに屈折率を実質的に一致される必要がある場合、ナフタレン基、ならびに塩素、臭素、およびヨウ素などのハロゲンは、選択されたポリマの屈折率を所望のレベル(1.59～1.69)まで高めるうえで有用である。アクリレート基およびフッ素は、屈折率を低下させるうえで特に有用である。

配向方向における大きな屈折率差が実質的に抑制されないかぎり、ナフタレンジカルボン酸ポリエステル中に少量のコモノマを置換してもよい。より小さい屈折率差(従って、反射率は低下する)は、次の利点:すなわち、連続相と分散相との接着性の改良、押出温度の低下、および熔融粘度の一致度の向上、により釣合をとってもよい。

#### スペクトル領域

本明細書中において、本発明は、可視スペクトル領域に関連させてしばしば説明されるが、本発明の種々の実施態様を使用して光学体の成分の大きさを適切に調節することにより、電磁放射線の様々な波長において作動させることができる。この場合、波長が増大するにつれて、波長単位で測定した場合の光学体の成分の寸法がほぼ一定に保たれるように、これらの成分の直線サイズを増大させてもよい

もちろん、波長を変化させる1つの主要な効果は、対象のほとん

どの材料に対して、屈折率および吸収係数が変化することである。しかしながら、屈折率の一致および不一致の原理は、対象の各波長においても依然として適用でき、特定のスペクトル域にわたり作動する光学デバイスに対する材料の選択に利用することができる。この場合、例えば、寸法を適切に調節することにより、赤外、近紫外、および紫外-可視のスペクトル領域で作動するようにできる。これらの場合において、屈折率は、こうした作動波長における値を意味し、分散相散乱成分のボディ厚およびサイズについても、波長に合わせたおおまかな調整を行わなければならない。VHF、UHF、マイクロ波、およびミリメートル波などの電磁スペクトルの更に多くを使用することもできる。偏光および拡散の効果は、適切な波長の調整を行うことにより得られるであろう。また、屈折率は、誘電関数（実数部および虚数部を含む）の平方根から得ることができる。これらのより長い波長バンドにおいて有用な製品は、拡散反射偏光子および部分偏光子であってもよい。

本発明のいくつかの実施態様において、光学体の光学特性は、対象の波長バンドにわたり変化する。これらの実施態様において、屈折率が1つ以上の軸に沿って波長領域ごとに変化する連続相および／または分散相のための材料を利用してもよい。連続相および分散相の材料の選択、および特定の材料の選択の結果として得られる光学特性（すなわち、拡散反射および分散反射または正透過）は、対象の波長バンドに依存するであろう。

#### スキン層

実質的に分散相を含まない材料の層を、フィルム、すなわち、分散相および連続相の押出ブレンド、の一方または両方の主要面上に同一の拡がりをもたせて配置してもよい。スキン層とも呼ばれるこの層は、

例えば、押出ブレンド中での分散相の一体性を保護するために、最終フィルムに機械的または物理的性質を付与するために、または最終フィルムに光学的機能を

付与するために、選択してもよい。選択される好適な材料としては、連続相の材料または分散相の材料が挙げられる。押出ブレンドと類似した熔融粘度をもつ他の材料も有用な場合がある。

一層または複数層のスキン層は、押出処理中、特にダイにおいて押出ブレンドが受ける恐れのある広範囲にわたる剪断強度を低下させることができる。高剪断雰囲気は、望ましからぬ表面でのボイド形成を引き起こす恐れがあり、更に、テクスチャード表面を生じることもある。また、フィルムの厚さにわたる広範囲の剪断力値は、分散相がブレンド中に所望の粒子サイズを形成するのを妨害する恐れがある。

更に、一層または複数層のスキン層は、得られた複合体に物理的強度を付与することもあるし、または、例えば、フィルムが配向処理中に分離する傾向を軽減するなどの、処理中の問題を小さくすることもある。非晶質の状態が保たれたスキン層用材料は、より大きい靱性を有するフィルムを形成する傾向があり、一方、半結晶質であるスキン層用材料は、より大きい引張弾性率を有するフィルムを形成する傾向がある。帯電防止剤、UV吸収剤、染料、酸化防止剤、顔料などの他の機能性成分をスキン層に添加してもよいが、ただし、得られる製品の種々の光学特性に実質的な影響を与えるものであってはならない。

また、スキン層またはコーティングは、得られるフィルムまたはデバイスに所望のバリア特性を付与するために追加してもよい。この場合、例えば、バリアフィルムまたはコーティングは、水や有機溶剤などの液体または酸素や二酸化炭素などの気体に対するフィルムまたはデバイスの透過特性を変えるために、スキン層としてまたはスキン層中の成分として追加してもよい。

この他、スキン層またはコーティングは、得られる製品に耐摩耗性を付与するためにまたはその耐摩耗性を改良するために追加してもよい。この場合、例えば、フィルムに耐摩耗性を付与するために、ポリママトリックス中に包埋されたシリカの粒子を含んでなるスキン層を、本発明に従って作製された光学フィルムに追加してもよいが、ただし、このような層は、もちろん、フィルムが利用される用途に必要となる光学特性を過度に抑制するものであってはならない。



更に、スキン層またはコーティングは、得られる製品に耐破壊性および／または耐引裂性を付与するかまたはこうした性質の改良を行うために追加してもよい。この場合、例えば、光学フィルムの外層が主要相としてcoPENを含有する実施態様において、得られるフィルムに良好な耐引裂性を付与するために、モノリシックcoPENのスキン層を光学層と共に同時押出してもよい。耐引裂性層のための材料を選択するにあたり考慮すべき要因としては、破断点伸びパーセント、ヤング率、引裂強度、内層への接着力、対象の電磁バンド幅における透過パーセントおよび吸収パーセント、光学的透明性または曇り、振動数の関数としての屈折率、テクスチャおよび粗さ、溶融熱安定性、分子量分布、溶融レオロジーおよび同時押出適性、スキン層および光学層中の材料間の混和性および相互拡散速度、延伸条件下における緩和および結晶化挙動、使用温度における熱安定性、耐候性、コーティングに対する接着能、ならびに種々の気体および溶剤に対する透過性が挙げられる。耐破壊性層または耐引裂性層は、製造処理中に設けてもよいし、またはその後で光学フィルム上に塗布するかもしくは光学フィルムにラミネートしてもよい。製造処理中に、例えば、同時押出処理により、これらの層を光学フィルムに接着させると、製造処理中に光学フィルムが保護されるという利点が得られる。いくつかの実施態様において、光学フィルム内に1つ以上の耐破壊性層または耐引

裂性層を、単独で、または耐破壊性または耐引裂性のスキン層と組合せて設けてもよい。

スキン層は、押出処理中のいくつかの時点で、すなわち、押出ブレンダーおよびスキン層が押出ダイから送出される前に、押出ブレンダーの1つまたは2つの面に設けてもよい。この処理は、従来の同時押出技術を使用して行うことができるが、こうした技術としては三層同時押出ダイの使用が挙げられる。既に押出ブレンダーから形成されたフィルムにスキン層をラミネートすることも可能である。スキン層の全厚は、ブレンダー層／スキン層全体の厚さの約2%～約50%にしてもよい。

いくつかの用途において、更なる層を、光学フィルムの製造中にスキン層の外

側に同時押出するかまたは接着させてもよい。こうした更なる層は、別のコーティング処理において光学フィルム上に同時押出するかもしくはコーティングしてもよいし、またはポリエステル(PET)、アクリル(PMMA)、ポリカーボネート、金属、もしくはガラスなどの別のフィルム、フォイル、または硬質もしくは半硬質支持体として、光学フィルムにラミネートしてもよい。

広範囲にわたるポリマがスキン層用として好適である。主に非晶質であるポリマのうちで、好適なものとしては、例えば、1つ以上のテレフタル酸、2,6-ナフタレンジカルボン酸、イソフタル酸、フタル酸、またはそれらに対応するアルキルエステルと、エチレングリコールなどのアルキレングリコールと、を基剤としたコポリエステルが挙げられる。スキン層に使用するための好適な半結晶質ポリマとしては、例えば、2,6-ポリエチレンナフタレート、ポリエチレンテレフタレート、およびナイロン材料が挙げられる。光学フィルムの靱性を増大させるために使用しうるスキン層としては、Ecdel™およびPCTG 5445(ニューヨーク州RochesterのEastman Chemical Co. から市販されている)などの伸びの大きいポリエステル、およびポリカーボネートが挙

げられる。ポリプロピレンおよびポリエチレンなどのポリオレフィンも、特に、相溶化剤として光学フィルムに接着させる場合、この目的のために使用してもよい。

#### 機能性層

特にフィルムまたはデバイスの表面に沿って物理的または化学的性質を変更または改良するために、本発明の光学フィルムまたはデバイスに、種々の機能性層またはコーティングを追加してもよい。このような層またはコーティングとしては、例えば、スリップ剤、低接着性裏面材料、導電層、帯電防止コーティングもしくはフィルム、バリア層、難燃剤、UV安定剤、耐摩耗性材料、光学的コーティング、またはフィルムもしくはデバイスの機械的一体性もしくは強度を改良するためにデザインされた支持体が挙げられる。

表面上にコーティングされたポリマビーズなどの低摩擦コーティングまたはスリップ剤で処理することにより、本発明のフィルムおよび光学デバイスに良好な

スリップ特性を付与してもよい。この他、フィルムの表面に滑性を付与するために、押出条件を操作することにより、これらの材料の表面の形態を改質してもよい。このように表面の形態を改質する方法については、米国特許出願第08/612,710号に記載されている。

本発明の光学フィルムが接着テープ中の成分として使用されるようないくつかの実施態様において、ウレタン、シリコン、またはフロオロカーボン化学薬品を基剤としたものなどの低接着性裏面 (LAB) コーティングまたはフィルムを用いて光学フィルムを処理することが好ましい場合もある。このように処理されたフィルムは、感圧接着剤 (PSA) に対して適切な剥離特性を呈する。このため、こうしたフィルムを接着剤で処理し、ロールに巻き取ることが可能である。

このようにして作製された接着テープは、装飾用として、またはテープ上に拡散反射面または透過面がもたせることが望ましい任意の用途において、使用することができる。

本発明のフィルムおよび光学デバイスに、1つ以上の導電層を設けてもよい。このような導電層としては、銀、金、銅、アルミニウム、クロム、ニッケル、スズ、チタンなどの金属；銀合金などの金属合金；およびドーピングされたかまたはドーピングされていない酸化スズ、酸化亜鉛、酸化スズインジウム (ITO) などの半導体金属酸化物が挙げられる。

本発明のフィルムおよび光学デバイスに、帯電防止層またはフィルムを設けてもよい。このようなコーティングまたはフィルムとしては、例えば、 $V_2O_5$  とスルホン酸ポリマの塩、炭素または他の導電性金属の層が挙げられる。

本発明の光学フィルムおよびデバイスに、特定の液体または気体に対する光学フィルムの透過特性を変える1つ以上のバリアフィルムまたはコーティングを設けてもよい。この場合、例えば、本発明のデバイスまたはフィルムに、水蒸気、有機溶剤、 $O_2$ 、または  $CO_2$  が該フィルムを介して透過するのを抑制するフィルムまたはコーティングを設けてもよい。バリアコーティングは、水蒸気透過によりフィルムまたはデバイスに歪みを生じさせる可能性のある高湿度雰囲気において特に望ましいものであろう。

特に、航空機などのように厳しい防火規則に従わなければならない雰囲気下で使用される場合、本発明の光学フィルムおよびデバイスを、難燃剤で処理してもよい。好適な難燃剤としては、アルミニウム三水和物、三酸化アンチモン、五酸化アンチモン、および難燃性オルガノホスフェート化合物が挙げられる。

本発明の光学フィルムおよびデバイスに、スキン層としてしばしば適用されるであろう耐摩耗性または硬質コーティングを設けてもよ

い。こうしたコーティングとしては、ペンシルヴェニア州PhiladelphiaのRohm & Haasから入手可能なAcryloid A-11およびParaloid K-120Nなどのアクリル系ハードコート；米国特許第4,249,011号に記載のものおよびペンシルヴェニア州WestchesterのSartomer Corp. から入手可能なものなどのウレタンアクリレート；ならびに脂肪族ポリイソシアネート（例えば、ペンシルヴェニア州PittsburghのMiles, Inc. から入手可能なDesmodur N-3300）とポリエステル（例えば、テキサス州HoustonのUnion Carbideから入手可能なTone Polyol 0305）との反応から得られるウレタンハードコートが挙げられる。

構造的剛性、耐候性、またはより容易な操作性を与えるために、本発明の光学フィルムおよびデバイスを、例えば、ガラス、金属、アクリル、ポリエステル、他のポリマバックキングなどの硬質または半硬質支持体にラミネートしてもよい。例えば、所望の形状に打ち抜くかまたは成形および保持できるように、本発明の光学フィルムをアクリルまたは金属の薄いバックキングにラミネートしてもよい。光学フィルムが他の破壊可能なバックキングに適用されるときのようないくつかの用途において、PETフィルムまたは耐破壊性・耐引裂性のフィルムを含む他の層を使用してもよい。

本発明の光学フィルムおよびデバイスに、耐破碎性フィルムおよびコーティングを設けてもよい。この目的に好適なフィルムおよびコーティングについては、例えば、EP 592294およびEP 591055の明細書に記載されているが、これらはミネソタ州St. Paulの3Mから市販されている。特定の用途のために、種々の光学層、材料、およびデバイスを、本発明のフィルムおよびデバイスに適用してもよいし、または本発明のフィルムおよびデバイスと組合せて使用してもよい。こうした

例としては、磁気もしくは光磁気コーティングもしくはフィル

ム；ディスプレイパネルまたはプライバシーウィンドウ中で使用されているような液晶パネル；写真用乳剤；布；フレネルレンズなどのプリズム型フィルム；輝度増強フィルム；ホログラフィーフィルムまたはイメージ；エンボス加工可能なフィルム；改変防止フィルムもしくはコーティング；低放射率用途のIR透過性フィルム；剥離フィルムもしくは剥離剤被覆紙；ならびに偏光子もしくは鏡が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

光学フィルム的一方または両方の主要面上に複数の追加層を設けることも考えられるが、上述のコーティングまたはフィルムの任意の組合せが利用できる。例えば、接着剤を光学フィルムに適用する場合、全体の反射率を増大させるために、接着剤には二酸化チタンなどの白色顔料が含まれていてもよく、または支持体の反射率を光学フィルムの反射率に追加できるように、場合に応じて透明であってもよい。

フィルムのロール形成および加工性を改良するために、本発明の光学フィルムには、フィルム中に添加されるかまたは別のコーティングとして追加されるスリップ剤が含まれていてもよい。ほとんどの用途において、スリップ剤は、曇りを最小限に抑えるために、フィルム的一方の面だけに、理想的には、硬質支持体に対抗する面に添加されるであろう。

#### ミクロボイド形成

いくつかの実施態様において、2つの層の界面が十分に弱く、フィルムを配向させたときにボイドが形成されるように、連続相および分散相の材料を選択してもよい。ボイドの平均寸法は、処理パラメータおよび延伸比を注意深く操作することによって、または相溶化剤を選択的に使用することによって、制御可能である。最終製品において、ボイドは、液体、気体、または固体で埋戻してもよい。ボイド形成を、

アスペクト比、ならびに分散相および連続相の屈折率と関連付けて利用し、得られるフィルムの所望の光学特性を得ることができる。

### 3つ以上の相

本発明に従って作製された光学体は、3つ以上の相から成っていてもよい。この場合、例えば、本発明に従って作製された光学体は、連続相中に2つの異なる分散相を含有することができる。第2の分散相は、連続相全体にわたってランダムに分散させてもよいし、非ランダムに分散させてもよく、更に、ランダムに配列することもできるし、共通の軸に沿って整列させることもできる。

本発明に従って作製された光学体はまた、2つ以上の連続相から成っていてもよい。この場合、いくつかの実施態様において、光学体には、第1の連続相と分散相のほかに、第1の連続相と少なくとも1つの寸法が共連続である第2の相が含まれていてもよい。特定の1実施態様において、第2の連続相は、多孔性のスポンジ状材料であり、しかも第1の連続相と共連続である（すなわち、第1の連続相は、湿潤したスポンジの中でチャンネルの網目を介して水が拡がるのと同じように、第2の連続相中に延在するチャンネルまたは空間の網目を介して拡がる）。関連した実施態様において、第2の連続相は、少なくとも1つの寸法が第1の連続相と同じ拡がりをもつ樹枝状構造の形態をとる。

### 多層の組合せ

必要な場合には、本発明に従って作製された連続相／分散相フィルムの1つ以上のシートを、多層フィルムと併用するかまたは多層フィルム中のコンポーネントとして使用してもよい（すなわち、反射率を増大させるために）。好適な多層フィルムとしては、WO 95/17303

(Ouderkerkら)に記載されているタイプのフィルムが挙げられる。このような構成において、個々のシートをラミネートするか、さもなければ互いに接着させるか、あるいは離間させておいてもよい。シート内の相の光学的厚さが実質的に等しい場合（すなわち、2つのシートが、所定の軸に沿った入射光に対して、実質的に同数かつ多数の散乱体を提供する場合）、複合体は、いくらか高い効率で、個々のシートと実質的に同じである、反射率のバンド幅およびスペクトル域（すなわち、「バンド」）で反射を起こすであろう。シート内の相の光学的厚さが実質的に等しくない場合、複合体は、個々の相よりも広いバンド幅にわたる反射を

呈するであろう。鏡シートと偏光子シートとを組合せた複合体は、全反射率を増大させるうえで有用であるが、依然として、透過光は偏光されたままである。この他、単一シートを非対称に二軸延伸することにより、選択的な反射特性および偏光特性をもつフィルムを作製することが可能である。

図5は、本発明のこの実施態様の1例を示している。ここでは、光学体は、PENの層22とco-PENの層24とが交互に配置されてなる層を有する多層フィルム20から成る。各PEN層は、PENのマトリックス中にシンジオタクチックポリスチレン(sPS)の分散相を含む。このタイプの構成は、オフアングル(off-angle)色の低下を促進するという点で望ましい。更に、層状化または散乱体の混入により光の漏れが平均化されるので、層の厚さを制御することの重要性が低下し、その結果、このフィルムは加工パラメータの変動に対する許容度が増大する。

先に述べた材料はいずれも、この実施態様において、どの層として使用してもよく、または特定の層中の連続相もしくは分散相として使用してもよい。しかしながら、PENおよびco-PENは、隣接層の主成分として特に望ましいものである。なぜなら、これらの材料は、積

層接着性の改良を促進するからである。

また、層の配置については、いくつかの変更が可能である。この場合、例えば、構造物の一部分または全部にわたり、繰り返して配置することができる。この1例としては、...ABCABC...という層のパターンを有する構成が挙げられる。ただし、A、B、およびCは、識別可能な材料、または同一もしくは異なる材料の識別可能なブレンドもしくは混合物であり、しかもA、B、またはCのうちの1つ以上に、少なくとも1つの分散相と少なくとも1つの連続相とが含まれる。スキン層は、好ましくは、同一の材料または化学的に類似した材料である。

#### 反射防止層

本発明に従って作製されたフィルムおよび他の光学デバイスには、例えば、真空コーティングされた従来型の誘電性金属酸化物または金属/金属酸化物光学フィルム、シリカゾルゲルコーティング、コーティングまたは同時押出された反射防止層（例えば、3M(ミネソタ州St. Paul)から入手できる押出可能なフルオロボ

リマであるTHVなどの低屈折率フルオロポリマから誘導されたもの)などの1つ以上の反射防止層またはコーティングが含まれていてもよい。このような層またはコーティングは、透過を増大させかつ反射グレアを低減させる働きをするが、偏光感受性はあってもなくてもよく、更に、コーティングまたはスパッタエッチングなどの適切な表面処理を介して、本発明のフィルムおよび光学デバイスに適用することができる。反射防止コーティングの特定の例について、実施例132~133でより詳細に説明されている。

本発明のいくつかの実施態様において、所定の偏光に対する透過の最大化および/または正反射の最小化を行うことが望ましい。これら

の実施態様において、光学体には、2つ以上の層が含まれていてもよいが、ただし、少なくとも1つの層は、連続相および分散相を提供する層に密に接触した反射防止系を含む。このような反射防止系は、入射光の正反射を低下させ、連続層および分散層を含む光学体の一部分に入る入射光の量を増大させる働きをする。このような機能は、当該技術分野で周知の様々な手段により達成することができる。具体例としては、1/4波長反射防止層、二層以上の反射防止積層、分布屈折率層、および分布密度層が挙げられる。このような反射防止機能を、必要に応じて、光学体の透過光側で利用し、透過光を増大させることができる。

#### 防曇層

本発明に従って作製されたフィルムおよび他の光学デバイスに、防曇性を付与するフィルムまたはコーティングを設けてもよい。いくつかの場合において、上述の反射防止層は、反射防止性および防曇性の両方の性質をフィルムまたはデバイスに付与する二重の役割を示すであろう。本発明に使用するのに好適な種々の反射防止剤が当該技術分野で周知である。しかしながら、典型的には、これらの物質は、脂肪酸エステルのように、フィルム表面に疎水性を付与し、連続した不透明度の低い水の膜の形成を促進する物質であろう。

表面が「曇り」を生じる傾向を軽減させるコーティングについて、数人の発明者によって報告されている。例えば、Leighに付与された米国特許第3,212,909号には、硫酸化またはスルホン化された脂肪質である界面活性剤との混合物として



アルキルアンモニウムカルボキシレートなどのアンモニウム石鹼を使用して、防曇性組成物を調製することについて開示されている。Eliasに付与された米国特許第3,075,228号には、アルキルベンゼンスルホネートのほかに、硫酸化

されたアルキルアリアルオキシポリアルコキシアアルコールの塩を使用して、種々の表面の清浄化および種々の表面への防曇性の付与を行うのに有用な防曇性製品を製造することについて開示されている。Zmodaに付与された米国特許第3,819,522号には、防曇窓クリーナ用界面活性剤混合物中で、デシンジオールの誘導体を含んでなる界面活性剤混合物と、エトキシル化アルキル硫酸塩を含んでなる界面活性剤混合物と、を使用することについて開示されている。特開平6[1994]-41,335号には、コロイドアルミナ、コロイドシリカ、およびアニオン界面活性剤を含んでなる曇りおよびドリップ防止用組成物の使用について開示されている。米国特許第4,478,909号(Taniguchiら)には、ポリビニルアルコール、微粉碎シリカ、および有機ケイ素化合物を含んでなる硬化型防曇性コーティングフィルムが開示されているが、この場合、炭素／ケイ素の比が、報告されたフィルムの防曇性にとって重要となる。コーティングの表面滑性を改良するために、フッ素含有界面活性剤を含めて種々の界面活性剤を使用することが可能である。活性化剤を含有した他の防曇性コーティングが、米国特許第2,803,552号、同第3,022,178号、および同第3,897,356号に記載されている。国際特許PCT 96/18,691号(Scholtzら)には、コーティングにより、防曇性および反射防止性の両方を付与することのできる手段が開示されている。

#### UV保護層

UV安定化フィルムまたはコーティングを使用することにより、本発明のフィルムおよび光学デバイスをUV放射線から保護してもよい。好適なUV安定化フィルムおよびコーティングとしては、ベンゾトリアゾールまたはTinuvin™ 292などのヒンダードアミン光安定化剤(HALS)を含有したものが挙げられる、これらはいずれも、ニュ

ーヨーク州HawthorneのCiba-Geigy Corp. から市販されている。その他の好適なU

V安定化フィルムおよびコーティングとしては、ニュージャージー州ParsippanyのBASF Corp. から市販されているベンゾフェノンまたはジフェニルアクリレートを含むものが挙げられる。このようなフィルムまたはコーティングは、本発明の光学フィルムおよびデバイスが、屋外用途で使用されるか、または光源がUVスペクトル領域の光をかなり放出する照明器具の下で使用される場合、特に重要となるであろう。

#### 表面処理

本発明に従って作製されたフィルムおよび他の光学デバイスに、これらの材料の表面または表面の任意の一部分を改質する種々の処理を施してもよい。例えば、コーティング、染色、メタライジング、またはラミネーションなどの後続処理をより行い易くするように、こうした表面を改質してもよい。こうした改質は、PVDC、PMMA、エポキシ、アジリジンなどのプライマを用いて処理することにより、またはコロナ、火炎、プラズマ、フラッシュランプ、スパッタエッチング、電子線処理などの物理的下地処理を介して、または例えばホットキャンを用いて表面層を非晶質化し、結晶性を除去することにより、行うことができる。

#### 滑剤

本発明のフィルムの加工中に、種々の滑剤を使用してもよい。本発明に使用するための好適な滑剤としては、ステアリン酸カルシウム、ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸銅、ステアリン酸コバルト、ネオドデカン酸モリブデン、およびアセチルアセトン酸ルテニウム(III)が挙げられる。

#### 酸化防止剤

本発明に有用な酸化防止剤としては、4,4'-チオビス-(6-*t*-ブチル-*m*-クレゾール)、2,2'-メチレンビス-(4-メチル-6-*t*-ブチルフェノール)、オクタデシル-3,5-ジ-*t*-ブチル-4-ヒドロキシヒドロシンナメート、ビス-(2,4-ジ-*t*-ブチルフェニル)ペンタエリトリールジホスフィット、Irganox™ 1093(1979) ((3,5-ビス(1,1-ジメチルエチル)-4-ヒドロキシフェニル)メチル)-ジオクタデシルエステルホスホン酸)、Irganox™ 1098(N,N'-1,6-ヘキサンジイルビス(3,5-ビス(1,1-ジメチル)-4-ヒドロキシ-ベンゼンプロパンアミド)、Naugaard™ 445(アリールアミ

ン)、Irganox™ L 57(アルキル化ジフェニルアミン)、Irganox™ L 115(硫黄含有ビスフェノール)、Irganox™ L0 6(アルキル化フェニル- $\delta$ -ナフチルアミン)、Ethanox 398(フルオロホスホニット)、および2,2'-エチレンビス(4,6-ジ-*t*-ブチルフェニル)フルオロホスニットが挙げられる。

特に好ましい酸化防止剤のグループは、立体障害型フェノールであり、具体的には、ブチル化ヒドロキシトルエン(BHT)、ビタミンE(ジ- $\alpha$ -トコフェロール)、Irganox™ 1425WL(カルシウムビス-(0-エチル(3,5-ジ-*t*-ブチル-4-ヒドロキシベンジル))ホスホネート)、Irganox™ 1010(テトラキス(3,5-ジ-*t*-ブチル-4-ヒドロキシヒドロシナメート)メタン)、Irganox™ 1076(オクタデシル3,5-ジ-*tert*-ブチル-4-ヒドロキシヒドロシナメート)、Ethanox™ 702(ヒンダードビスフェノール系化合物)、Ethanox 330(高分子量ヒンダードフェノール系化合物)、およびEthanox™ 703(ヒンダードフェノール系アミン)が挙げられる。

染料、顔料、インキ、およびイメージング層

概観を変えるために、または特定の用途に合うように調整するために、インキ、染料、または顔料を用いて本発明のフィルムおよび光学デバイスを処理してもよい。この場合、例えば、フィルムをインキで処理してもよいし、または製品識別記号、広告、注意書き、装飾、もしくは他の情報を表示するのに使用される印刷表示を用いて処理してもよい。スクリーン印刷、凸版印刷、オフセット印刷、フレキソグラフィー印刷、スティプル(stipple)印刷、レーザ印刷などの様々な技術を使用して、フィルム上に印刷することができ、更に、1成分および2成分インキ、酸化乾燥インキおよびUV乾燥インキ、溶解インキ、分散インキ、100%インキ系などの様々なタイプのインキを使用することもできる。

また、フィルムを着色することによって、光学フィルムの概観を変えることもできるが、こうした着色は、例えば、光学フィルムに染色フィルムをラミネートすることにより、光学フィルムの表面上に顔料コーティングを施すことにより、または光学フィルムの作製に使用された1つ以上の材料(例えば、連続相または分散相)中に顔料を添加することにより行われる。

本発明において、可視および近赤外の両方の染料および顔料が考えられるが、

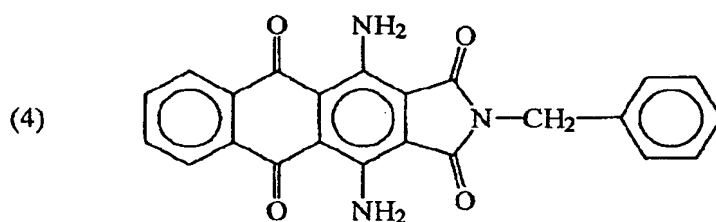
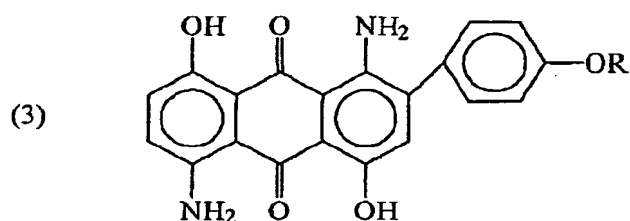
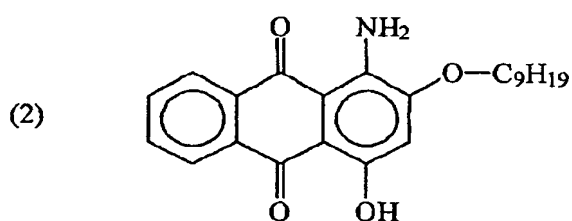
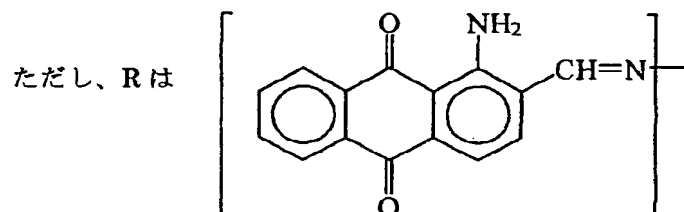
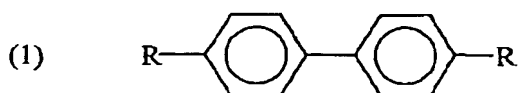
具体的には、UVを吸収して可視カースペクトル領域に蛍光を発する染料などの蛍光増白剤が挙げられる。光学フィルムの概観を変えるために追加する他の層としては、例えば、不透明（黒色）層、拡散層、ホログラフィックイメージもしくはホログラフィック拡散体、および金属層が挙げられる。これらの層はそれぞれ、光学フィルム的一方または両方の面に直接適用してもよいし、または光学フィルムにラミネートされる第2のフィルムまたはフォイル構成体のコンポーネントであってもよい。この他、光学体を他の表面にラミネートするために使用される接着剤層中に、不透明剤もしくは拡散剤また

は着色顔料などのいくつかの成分を添加してもよい。

本発明のフィルムおよびデバイスに、金属コーティングを施してもよい。この場合、例えば、金属層は、熱分解、粉末コーティング、蒸着、カソードスパッタリング、イオンプレーティングなどにより光学フィルムに直接適用してもよい。また、金属フォイルもしくは硬質金属プレートを光学フィルムにラミネートしてもよいし、または別のポリマフィルムまたはガラスもしくはプラスチックシートを、最初に、前記の技術を使用して金属化し、次いで、本発明の光学フィルムおよびデバイスにラミネートしてもよい。

二色性染料は、本発明のフィルムおよび光学デバイスが利用される多くの用途に対して特に有用な添加剤である。なぜなら、二色性染料は、材料中で分子を整列させたときに、特定の偏光を吸収することができるからである。1つの偏光だけを主に散乱するフィルムまたは他の材料の中で二色性染料を使用すると、こうした材料は、1つの偏光を他の偏光よりも多く吸収するようになる。本発明に使用するための好適な二色性染料としては、コンゴーレッド(ジフェニル-ビス- $\alpha$ -ナフチルアミンスルホン酸ナトリウム)、メチレンブルー、スチルベン染料(Color Index(CI)=620)、および1,1'-ジエチル-2,2'-シアニクロリド(CI=374(橙色)またはCI=518(青色))が挙げられる。これらの染料の性質およびその製法については、E. H. Land, Colloid Chemistry(1946)に記載されている。これらの染料は、ポリビニルアルコール中で著しい二色性を示し、セルロース中でより少ない二色性を示す。PEN中のコンゴーレッドでは、わずかな二色性が観測される。

他の好適な染料としては、次の物質が挙げられる。



これらの染料の性質およびその製法については、Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Vol. 8, pp. 652. 661 (4th Ed. 1993) およびそこで引用されている文献中に記載されている。

本発明の光学体中で二色性染料を使用する場合、連続相または分散相のいずれかに添加してもよい。しかしながら、分散相に二色性染料を添加することが好ましい。

特定のポリマ系と併用された二色性染料は、様々な程度に光を偏光する能力を呈する。ポリビニルアルコールおよび特定の二色性染料を使用して、光を偏光する能力をもつフィルムを作製することが可能である。ポリエチレンテレフタレートまたはポリアミドなどの他のポリマを二色性染料と併用した場合、光を偏光する能力はそれほど大きくなる。ポリビニルアルコールと二色性染料との組合せは、例えば、ポリマ系を形成する他のフィルム中で該染料を使用した場合よりも大きな二色性比を呈すると言われている。二色性比が大きいことは、光を偏光する能力が高いことを示唆する。

本発明に従って作製された光学体中における二色性染料の分子整列は、好ましくは、光学体中に染料を添加した後で光学体を延伸することにより行われる。しかしながら、他の方法を使用して分子整列を行ってもよい。この場合、1つの方法において、昇華を介してまたは溶液から結晶化させることにより二色性染料を結晶化させ、光学体を配向させる前または配向させた後でフィルムまたは他の光学体の表面に切削、エッチング、または成形処理により形成された一連の細長いノッチの中に配置する。次に、処理された表面に1つ以上の表面層をコーティングしてもよいし、該表面をポリママトリックス中に組込むかもしくは多層構造中で使用してもよいし、該表面を他の光学体のコンポーネントとして利用してもよい。所望の光学特性を得るために、予め決められたパターンまたは図形および予め決められたノッチ間の距離に合わせてノッチを形成してもよい。

関連する実施態様において、中空の繊維または導管を光学体中に配置する前または配置した後のいずれかで、1つ以上の中空の繊維また

は導管中に二色性染料を配置してもよい。中空の繊維または導管は、光学体の周囲材料と同じかまたは異なる材料から作製してもよい。

更にもう1つの実施態様において、二色性染料は、多層構成体の層界面に沿って配置されるが、この処理は、例えば、二色性染料を多層構成体中に配置する前に、昇華により層表面上に付着させることによって行われる。更に他の実施態様において、本発明に従って作製されたマイクロボイドフィルム中のボイドを少なくとも部分的に埋戻すために二色性染料を使用する。

## 接着剤

本発明の光学フィルムおよびデバイスを、他のフィルム、表面、または支持体にラミネートするために、接着剤を使用してもよい。このような接着剤としては、光学的に透明な接着剤および光を拡散する接着剤、更には、感圧接着剤および非感圧接着剤が挙げられる。感圧接着剤は、通常、室温において粘着性を有し、せいぜいわずかな指圧を加える程度で表面に接着することができるが、非感圧接着剤には、溶剤、熱、または放射線により活性化される系が含まれる。本発明に有用な接着剤としては、例えば、ポリアクリレート；ポリビニルエーテル；天然ゴム、ポリイソプレン、ポリイソブチレンなどのジエン含有ゴム；ポリクロロブレン；ブチルゴム；ブタジエン-アクリロニトリルポリマ；熱可塑性エラストマ；スチレン-イソプレンブロックコポリマ、スチレン-イソプレン-スチレンブロックコポリマ、エチレン-プロピレン-ジエンポリマ、スチレン-ブタジエンポリマなどのブロックコポリマ；ポリ $\alpha$ オレフィン；非晶質ポリオレフィン；シリコーン；エチレンビニルアセテート、エチルアクリレート、エチルメタクリレートなどのエチレン含有コポリマ；ポリウレタン；ポリアミド；ポリエステル；エポキシ化合物；ポリビニルピロリドンおよびビ

ニルピロリドンコポリマ；ならびに上記化合物の混合物、の通常の組成物を基剤としたものが挙げられる。

この他、接着剤には、粘着付与剤、可塑剤、充填剤、酸化防止剤、安定剤、顔料、拡散粒子、硬化剤、溶剤などの添加剤が含まれていてもよい。ラミネート用接着剤を使用して本発明の光学フィルムを他の表面に接着させる場合、接着剤の組成および厚さは、好ましくは、光学体の光学特性を損なわないように選択される。例えば、高レベルの透過が望まれる光学偏光子または鏡に追加の層をラミネートする場合、ラミネート用接着剤は、偏光子または鏡が透明になるようにデザインされた波長領域において光学的に透明でなければならない。

## 他の添加剤

フィルム、コーティング、および上記の添加剤のほかに、本発明の光学材料には、当該技術分野で周知の他の材料または添加剤が含まれていてもよい。このよ

うな材料としては、バインダ、塗料、充填剤、相溶化剤、界面活性剤、抗微生物剤、発泡剤、強化剤、熱安定剤、耐衝撃性改良剤、可塑剤、粘度調節剤などが挙げられる。

#### 本発明の一般的用途

本発明の光学体は、拡散偏光子として特に有用である。しかしながら、反射偏光子または拡散鏡として機能する光学体を、本発明に従って作製することもできる。このような用途における光学材料の構成は、上述の拡散体用途の場合と類似している。しかしながら、これらの反射体は、少なくとも1つの軸に沿って屈折率のかなり大きな差を有する。この屈折率差は、典型的には、少なくとも約0.1、より好ましくは約0.15、最も好ましくは約0.2である。

反射偏光子は、1つの軸に沿って屈折率差を有し、もう1つの軸に

沿って実質的に一致した屈折率を有する。一方、反射フィルムは、少なくとも2つのフィルム面内直交軸に沿って屈折率が異なる。しかしながら、これらの実施態様の反射特性は、屈折率差のみに頼って達成する必要はない。この場合、例えば、フィルムの厚さを調節することにより所望の程度の反射を得ることも可能である。いくつかの場合において、フィルムの厚さを調節すると、フィルムが透過拡散体から拡散反射体に変化することがある。

本発明の光学体にはまた、可視光の偏光を行う以外の機能が得られるような特徴をもたせることができる。特に、この光学体は、良好な紫外フィルタでありかつ可視スペクトルの端まで効率的に紫外光を吸収するPENまたは類似の材料から作製することもできる。この光学体はまた、薄い赤外シート偏光子として使用することもできる。

#### 採光窓

本発明の光学フィルムおよびデバイスは、光の拡散透過が望ましくかつ採光窓の透明性または明澄性が不要かもしくは望まれない天窓もしくはプライバシーウィンドウなどの採光窓に使用するうえで有用である。このような用途において、本発明の光学フィルムは、プラスチックやガラスなどの従来の透明板材料と組合せて使用するか、またはそのコンポーネントとして使用してもよい。このように



して作製された透明板材料に次のような偏光特異性をもたせることができる：すなわち、採光窓は第1の偏光に対して本質的に透過性であるが第2の偏光を実質的に反射することにより、グレアが除去または軽減される。光学フィルムの物理的性質もまた、本明細書中の教示に従って次のように変えることができる：すなわち、透明板材料は、特定のスペクトル領域（例えば、UV領域）内の一方または両方の偏光を反射するが、他の領域（例えば、可視領域）中では一方または両方

の偏光を透過する。

本発明の光学フィルムは、特定の波長の光を透過する装飾用採光窓を提供するために使用してもよい。このような採光窓は、例えば、部屋を1つまたは複数の特定の色（例えば、青色または金色）にするために使用してもよいし、または波長特異性のある照明用パネルを利用して部屋の装飾にアクセントをつけるために使用してもよい。

本発明の光学フィルムは、コーティングまたは押出など、当該技術分野で周知の種々の方法により透明板材料中に組込むことができる。この場合、1実施態様において、光学フィルムは、ラミネーションによりまたは光学接着剤を使用して、透明板材料の外面の全部または一部分に接着される。もう1つの実施態様において、本発明の光学フィルムは二枚のガラスまたはプラスチックの間に挟持され、得られた複合体は採光窓の中に組込まれる。もちろん、利用される特定の用途に対してより適したものにするために、本明細書中の記載に従って、任意の他の層またはコーティング（例えば、UV吸収層、防曇層、または反射防止層）を光学フィルムに施してもよい。

#### 照明器具

本発明の光学フィルムは、様々な照明器具用途、特に、偏光の放出が望まれる用途に使用してもよい。典型的な照明器具には、光源およびその他の素子が含まれるが、こうした素子には、反射素子（典型的には、光源の後ろに配置される）、偏光素子（典型的には、照明器具の出力側に配置される）、および光源が直接見えないようにする拡散素子が含まれていてもよい。これらの素子は、審美性／機能性を考慮して、ハウジング内に種々の形態で配置することができる。

本発明の光学フィルムと併用するための最も好適な光源は、偏光および方向の両方に対して高レベルの散乱またはランダム化が行われ

た光を発する拡散光源である。このような拡散光源には、好ましくは、発光領域と、光反射領域、光散乱領域、および／または減偏光領域と、が含まれる。照明器具が利用される特定の用途にもよるが、拡散光源は、蛍光ランプ、白熱電球、ソリッドステート光源もしくはエレクトロルミネセント（EL）光源、または金属ハロゲン化物ランプであってもよい。光源はまた、ランダム化減偏光面光源と、点光源、遠隔光源、または更には太陽光照明と、の併用であってもよいが、ただし、後者の光源は、自由空間伝搬、レンズ系、ライトパイプ、偏光保持ライトガイドにより、または当該技術分野で周知の他の手段により、拡散偏光子に伝送される。

典型的なバックライトLCDに使用されるタイプの熱陰極放電ランプまたは冷陰極放電ランプなどの蛍光ランプにおいて、発光領域と、光反射領域、光散乱領域、および減偏光領域と、を組合せて、これらの機能をすべて発揮する蛍光体が形成される。高度に平行化された光線が望まれる場合、必要に応じて、反射偏光素子を配置し、戻ってきた偏光を、典型的にはフィラメントまたはアークである発光領域に結像させることができる。発光領域は、光源および減偏光領域の両方の役割を果たしてもよい。この他、光源は、発光領域および分離したランダム化反射体を含んでもよい。

先に述べたように、本発明の光学フィルムは、一方の偏光面の光は透過するが他方の偏光面の光は拡散反射する拡散反射偏光フィルム（DRPF）であってもよいし、または両方の偏光をフィルムから拡散反射する拡散反射鏡フィルム（DRMF）であってもよい。従って、本発明の光学フィルムは、照明器具中で反射素子および／または偏光素子として使用することができる。このフィルムは拡散反射性であり、かつ場合により透過性でもあるため、別の拡散素子は必要ではなく、本発明の光学フィルムは、拡散素子および偏光素子の両方の機能を示

す。

本発明の光学フィルムは、光を誘導することおよび光源が直接見えないようにすることの両方のためにルーバを使用する従来の照明器具に使用してもよい。本発明のフィルムを、従来の鏡面ルーバにラミネートするかまたはそれに隣接させた場合、一方の偏光を拡散反射し、第2の偏光を誘導して（例えば、ほぼ垂直に）、照明領域全体にわたりグレアを最小限に抑えることが可能である。

本発明の光学フィルム2枚を次のように使用することも考えられる：すなわち、一方のフィルムを照明器具中で使用される他方のフィルムに対して回転可能にし、結果して、周りの環境の特定の要求に応じて偏光の強度および／または度合が制御または調整できるようにする。

オフィス照明に使用される典型的な照明器具のように、偏光が必要でない用途に対して、照明器具は、一般的には、蛍光灯などの光源、光源の背後の反射素子、および拡散素子を含む。光源は、上述した光源のいずれであってもよい（例えば、蛍光ランプ）。反射素子はいずれの反射表面であってもよく、具体的には、塗装白色反射体、Silverlux™ブランドの反射フィルム（ミネソタ州St. Paulの3Mから市販されている）などの金属化フィルム、研磨アルミニウムなどの反射金属表面、またはW0 95/17303およびW0 96/19374に記載されているような反射多層複屈折鏡フィルムが挙げられるが、これらの特許は、引用により本明細書中に含まれるものとする。1実施態様において、本明細書中で説明した本発明のDRMFを、非偏光照明器具中で反射素子として使用してもよい。DRMFは、全反射を向上させるために、更に、DRMFの裏面に反射金属を蒸気コーティングまたはラミネートすることにより金属化してもよい。

偏光を適切に機能させる必要のある用途は多数存在する。このよう

な用途としては、例えば、ラップトップ型コンピュータ、手持型計算器、デジタル時計、自動車用ダッシュボードディスプレイなどに広く使用されている液晶ディスプレイ（LCD）などの光学デバイス、ならびにコントラストを増大させかつグレアを低下させるために偏光を使用する偏光照明器具およびタスク照明が挙げられる。偏光が必要な用途に対して、照明器具は、一般的には、光源および偏光素子を含むハウジングから成っているが、このほかに、反射素子および／または

拡散素子を含んでいる場合もある。光源は、上述した光源のいずれであってもよいが（例えば、蛍光ランプ）、好ましくは、偏光および方向の両方に対して高レベルの散乱またはランダム化が行われた光を発する拡散光源である。反射素子が存在する場合、反射素子は、上述した反射材料のいずれであってもよいが、本発明のBRMFであってもよい。偏光素子としては、吸収性ダイクロイック薄膜誘電もしくはコレステリック偏光子など、任意の偏光子が挙げられるが、WO 95/17303 およびWO 96/19347に記載の多層複屈折反射偏光子が好ましい。

吸収偏光子では、典型的には、1つの偏光をそれに直交する偏光よりも強力に透過する二色性染料が使用される。吸収偏光子がディスプレイまたは偏光照明器具に使用される場合、吸収された光は、照明には寄与しないので、LCDまたは照明器具の全体的な明るさも寄与しない。このような偏光子を照明用途に使用することについては、米国特許第3,124,639号(Kahn)、同第3,772,128号(Kahn)、および同第4,796,160号(Kahn)、ならびに米国特許第5,184,881号(Karpen)および同第5,359,498号(Karpen)に記載されている。真空蒸着薄膜誘電偏光子は、ダイクロイック偏光子のような吸収性はないが、設計対象外(non-designed)波長に対する角度応答および分光透過がいずれも劣悪であるなどの他の欠点を抱えている。更に、これらは、従来的に

は、バルク光学ガラスまたはポリマ支持体などの安定な支持体上にコーティングされるため、軽重量かつ小型であることが要求される照明用途に使用するには、容量および重量がいずれも大きすぎる恐れがある。いくつかの照明用途に対して、これらの偏光子を好適な光源および本発明のDRMFと組合せ、偏光照明器具を提供してもよい。

好ましい反射偏光子は、所望の偏光を正透過し、他の偏光を反射する。拡散光源から発せられる光はランダムに偏光されるため、偏光成分(a)および(b)を有する。この光は反射偏光素子に入射する。反射偏光素子を適用すると、第1の偏光成分（この例では偏光成分(a)）を有する光は透過され、それに直交する偏光成分（この例では(b)）を有する光は反射される。従って、偏光成分(a)の光は、反射偏光素子を透過するが、偏光成分(b)の光は反射されて照明器具に戻り、そこ

でランダム化される。従って、最初に戻された光の一部は所望の偏光に変換され、反射偏光素子を介して正透過される。この過程を継続し、反射およびそれに続く望ましくない偏光のランダム化を繰り返すと、拡散偏光照明器具から放出される所望の偏光の量が増大する。この結果、所望の偏光を生成する非常に効率的な系が得られる。反射およびランダム化の繰返しを拡散光源および反射偏光子の組合せにより行くと、状態(a)から状態(b)に光を変換する効率的な機構が形成される。この系は、この機構を働かさなければ吸収されてしまった、従って利用できなかったであろう光が、吸収されずに所望の偏光に変換されるという意味で効率的である。従って、このような偏光素子を使用した照明器具では、通過されなかった光が反射されて光源に戻され、そこでランダム化されるので、光源から発せられた光は一層効率的に利用される。その結果、照明器具から発せられる所望の偏光の全体量が増大する。多層複屈折反射偏光フィルム(RPF)を照明用途に使用することについては、米国特許出願第08/418,009号および同第

08/479,319号に記載されているが、これらもまた、引用により本明細書中に含まれるものとする。これらの特許出願には、多層RPFを、照明用途、特にLCDディスプレイおよび偏光照明器具で使用することについての記載がある。これらの出願の反射偏光素子は、所望の偏光を透過し、他の偏光を正反射して拡散光源に戻し、そこでランダム化を行う。多層RPFをこのように使用する場合、照明器具またはタスク照明用途において、光源が直接見えないようにするために、典型的には、別の拡散体が使用される。好ましくは、反射素子もまた、これらの偏光照明器具中に含まれるが、この反射素子には、本発明のBRMFまたは任意の他の好適な反射表面が含まれていてもよい。ただし、こうした表面は、RPFから反射された光をランダム化するか、または反射光を拡散光源に戻して、そこでランダム化を行い、偏光素子により透過される適性な偏光に部分的に変換することのできるものとする。

本発明のDRPFは、多層RPFと同じように機能し、偏光照明器具から発せられた所望の偏光の量を増大させるが、最初に透過されなかった不適正な偏光を拡散反射して照明器具に戻し、そこでランダム化を行い、適正な偏光に変換し、更に、

偏光素子を介して正透過させることが可能である。本発明の拡散反射偏光フィルム(DRPF)は半透明であるので、別の拡散体を必要としない。拡散反射偏光照明器具を作製するために光源と組合せる場合、好ましくは、反射素子をも併用することより、反射光を誘導して光源までもどしたり、および／または、ランダム化および偏光素子により透過される適正な偏光への反射光の部分的変換を助長したりする。反射素子は上述した好適な反射材料のいずれであってもよく、特に、本発明のDRMFであってもよい。従って、本発明のDRMFを1実施態様において、反射素子として使用し、かつ本発明のDRPFを偏光素子および／または拡散素子とし

て使用してもよい。

本明細書に記載されている照明器具において、光源を、種々の配置で、偏光素子および反射素子と組合せてもよい。本発明の拡散反射偏光フィルム(DRPF)を偏光素子として、また本発明の拡散反射鏡フィルム(DRMF)を反射素子として使用する場合について、いくつかの配置を説明するが、他の材料のDRPFを反射素子として、また他の材料のDRMFを偏光素子として使用する種々の組合せも考えられることを理解すべきである。1配置において、DRPFが拡散光源を完全に取り囲むように、DRPFで周囲を覆ってもよい。光源およびDRPFのほかに、別の反射体を使用してもよい。この反射体は、DRPFから反射された偏光(b)をランダム化する拡散反射フィルム(DRMF)であってもよいし、または拡散ランダム化光源の発光領域まで光を再誘導する正反射体であってもよい。DRMFは、光源の1側面を取り巻くように配置してもよく、更に、ラミネーションまたはそれ以外の方法で光源に接合してもよい。この配置では、DRPFもまた、光源の他方の側面を部分的に取り囲むように、ラミネーションまたはそれ以外の方法で接合してもよい。

DRPFを使用した本発明の偏光光源の実施態様には、いくつかの利点がある。光源およびDRPFを用いて達成される反射およびランダム化処理は、非常に効率的な偏光照明器具を提供する。DRPFによって広いバンドの反射率が得られることは、広いスペクトル領域にわたり効率的に機能することを意味する。更に、DRPFは、透過されない偏光に対して高いオフアングル反射率を示す。これらの特徴によって、DRPF／拡散光源の組合せは、バルク光学素子コンポーネントを組込んだ実施

態様よりも、広い光学スペクトル領域にわたり、また広い角度領域にわたり、有用なものとなる。更に、DRPFは軽量で、薄く、しかも可撓性があるため、小型かつ軽重量であることが要求される用

途に有効である。また、DRPFはランプ表面との整合性がよく、ランプの製造に取入れることが可能である。更に、DRPFは拡散反射体であるため、不透明な外観を呈し、従って、光源が直接見えないようにするために偏光照明器具およびタスク照明器具で普通に使用されている別の拡散フィルムは必要でない。

更にもう1つの用途において、本発明の光学フィルムは、煙探知システムまたは煙の粒子から散乱された光の偏極の解析に使用される偏光を発生させるために使用してもよく、応用例としては、例えば、米国特許第5,576,697号(Nagashimaら)に教示されているような、発火の性質または原因を規定することを目的とした煙探知システムが挙げられる。

#### 光抽出器

本発明の光学フィルムは、図8に示されている大コア光ファイバ(LCOF)などのライトガイドを含む種々の光学デバイス中で使用してもよい。LCOF50は、非常に効率的な内部全反射(TIR)を利用して、照明装置または光源52からかなり離れたところまで光を誘導する。しかしながら、本発明の光学フィルムを外部クラッド54として使用した場合、ファイバと空気との界面における光誘導が逆転し、このために光が周囲に放出される。この特徴は、建築化強調照明、装飾照明、医療用照明、標識、視覚誘導(例えば、航空機または劇場のための滑走路または通路における視覚誘導)、ディスプレイ(例えば、機器用ディスプレイ、特に、過熱が問題になるようなもの)、更には展示用照明、道路照明、自動車用照明、ダウンライト照明、タスク照明、アクセント照明、アンビエント照明など、種々の遠隔光源照明用途において、有利に使用することができる。いくつかの用途において、本発明のフィルムは、ファイバの長手方向に沿った多数の位置でクラッドと

して使用してもよく、これにより、単一の光源から多数の位置を照明することができる。更に、これらの系は通常、UVおよびIRフィルタを備えているので、これ

らの系から得られる照明がUV感応性材料を劣化させることもないし、ライトガイドが使用時に過熱状態になることもないだろう。

本発明のフィルムは、単一の偏光を抽出するように作製してもよく、これにより偏光特異的光源が得られる。光ファイバ系を適切に配置すると、ファイバ中に戻される光のうちの実質的にすべてが、最終的に所望の偏光として抽出器を介して放出されるであろう。偏光特異的光源は、例えば、第1の偏光に対しては強力な拡散散乱体であるが、第2の偏光に対してはクラッドと表面との間の内部全反射(TIR)を保持する非散乱正反射材料である本発明の光学フィルムを使用することによって、作製することができる。このような系は実施例134に記載されている。

本発明に使用するための好適なライトガイドには、側面放出ファイバおよび端部放出ファイバの両方が含まれる。ライトガイド自体はガラスであってもプラスチックであってもよく、更に、直径をいろいろに変化させてもよいが、ただし、集光に必要な効率、必要な可撓性、ライトガイドを単独で使用するかまたは束ねて使用するかなどの要因に依存する。ライトガイドは光ファイバライトガイドであってもプリズムライトガイドであってもよいが、後者は大型の用途に適しており、前者は、コスト対ルーメン比がそれほど重要ではない小型の用途に適している。

本発明に使用するための好適な市販のライトガイドとしては、商品名Scotch Optical Lighting Film(SOLF)として3Mから市販されている光学照明フィルムなど、低Tgアクリル系ポリマのフィルムから作製されたものが挙げられる。特定の角度で入射した光に対しては鏡

のように振る舞うこうしたフィルムは、一方の側面上にはプリズム面(典型的には、ミクロレプリカ面)を、他方の側面上には平滑面を有する透明プラスチックフィルムである。このフィルムは、通常、透明または不透明なプラスチックまたは金属のチューブまたはバックングと組合せて使用される。他の好適なライトガイドとしては、商品名Fiberescent™としてLumenyteから市販されている線照明光ファイバおよび商品名FiberSpots™としてFiberstarsから市販されている端部



放出ファイバが挙げられる。

本発明に従って作製されたライトガイドと組合せて、種々の光源が使用できるが、ただし、ライトガイドが利用される用途に依存する。このような光源については、例えば、ニューヨーク州TroyのLighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Instituteの出版物であるLighting Futures, Vol. 1, No. 3(1995)に記載がある。典型的には、低電圧の20～75ワットMR16ランプと光ファイバ系との併用は、美術館、ディスプレイ、アクセント照明などの用途に適しており、70～250ワット金属ハロゲン化物ランプと光ファイバまたはプリズムライトガイド系との併用は、建築用または屋外用の照明などの用途に適している。250ワット以上が必要となる用途に対しては、金属ハロゲン化物ランプまたは高圧ナトリウムランプがプリズムライトガイド系と組合せて使用することができる。他の好適な光源としては、コネティカット州DanburyのGeneral Electric Companyから市販されている60ワットキセノン金属ハロゲン化物ランプ（これは自動車用途に特に有用である）、およびメリーランド州RockvilleのFusion Lightingから市販されている硫黄ランプ（これはプリズムライトガイド系の中で実験的にうまく使用されてきた）が挙げられる。より大きな拡散光源が必要な場合は、コンパクトな管状蛍光ランプを使用することもできる。また、太陽光を、太陽光集光系の一部として、光フ

ファイバまたはプリズムライトガイド系と共に、かつ鏡またはレンズと組合せて、使用することもできる。

デバイスの前面に高レベルのアンビエント光が入射するエビオニクス用途で使われるような、いくつかのバックライト型ディスプレイデバイスにおいて、ディスプレイに十分なコントラストをつけるために、ディスプレイから高強度の光を放出させることが必要である。従って、このような系では、不要な熱を散逸させる手段を設けないかぎり、バックライトアセンブリの過熱を引き起こす恐れがある。こうした熱を取り除くために、当該技術分野では、コールドミラー、フィルタなど、様々な手段が使用されている。

最新型の航空機において、アンビエント太陽光が、使用されるフラットパネル

ディスプレイのコントラストを低下させる可能性があるため、ディスプレイ全体に対する空間的要件が極めて重要な設計パラメータである。従って、本発明の1形態において、遠隔地に位置する強力な光源から、光ファイバを介してディスプレイまで光を伝送する。この場合、光源は効率的に冷却でき、不要な熱によりディスプレイデバイスの作動が影響を受けることはない。これらのディスプレイは、典型的には、液晶ディスプレイを介して伝搬する偏光に基づいて作動するため、本発明の光学フィルムを、このような系において、実質的に1つの偏光の光抽出器として使用することができる。第2の偏光は、その偏光が第1の偏光に変換されるまで光ファイバの内部で反射を繰返すが、光の必要な場所では光抽出器から放出させることができる。

#### 光指向性材料

図4Aおよび4Bに関連して先に述べたように、1実施態様において、本発明の光学体は、屈折率一致方向（言い換えると、配向方向に

垂直な方向）に偏光した光を正透過し、屈折率不一致方向（言い換えると、配向方向に平行な方向）に偏光した光を拡散反射する。従って、本発明の拡散偏光子またはこれと同じ機能を有する任意の他の偏光子は、拡散反射正透過（DRST）偏光子と呼ぶことができる。DRST偏光子は、偏光照明器具および液晶ディスプレイ（LCD）に有用である。こうしたDRST偏光子を組み込んだディスプレイの実施態様について、図14に関連して以下で詳細に説明する。

DRST偏光子はまた、光指向性材料と組み合わせることにより、所望の効果を達成することもできる。こうして組み合わされた方向制御偏光子は、これ以降で説明するように、LCD用途ならびにオフィス照明やタスク照明に使用されるような照明器具用途としても有利である。

光指向性材料の目的は、特定の用途において有効利用されない角度で放出された光、または照明器具やLCDモジュールでの使用に適さない偏光面を有する光を、再方向付けまたは再循環させて、有効な角度および偏光面に変換することである。多くの用途において、例えばLCD用途において、光は通常、ユーザの方向に放出されることが望ましい。この場合、LCDの面に対して非常に浅い角度でLCDが

ら放出される光は有用ではない。なぜなら、通常はユーザがその位置からディスプレイを見ることはないからである。従って、この光を再方向付けまたは再循環させて有用な視野領域に入るようにすることが望ましい。これが光指向性材料の役割である。

次に、好ましい光指向性材料について、図10および11を参照して説明する。図10は、好ましい1光指向性材料の側面図を表し、一方、図11は、図10に示されている好ましい光指向性材料の特性を示すグラフを表している。

図10は、本発明に係る光指向性材料の好ましい実施態様である構造面材料の拡大図である。構造面材料218は、平滑面220および構

造面222を有する。構造面222には、構造物224などの複数の構造物が含まれる。数種の異なる構造物タイプが可能である。例えば、こうした構造物としては、図10に示されているような二等辺プリズム、鋸歯構造、丸みのある峰および／または丸みのある谷を有する構造物（例えば、米国特許第3,394,255号および同第5,552,907号に記載のもの）、あるいは光指向性材料が使用される特定の最終用途で必要とされる他の構造形状物が挙げられる。

構造物の好ましい夾角223は、光指向性材料の最終用途における光の配光方向に依存するだろう。一般的には、60度～120度の範囲の夾角が好ましいが、様々な用途に対して、70度～100度の範囲、80度～90度の範囲、85度～95度の範囲、または約90度の夾角が適している。

構造面材料218は、空気よりも屈折率の高い任意の透明材料から作製することが可能であるが、一般的には、屈折率の高い材料ほど様々な用途に適している。屈折率1.586を有するポリカーボネートは非常に効果的に機能することが分かった。

様々な用途に適した具体的な構造面材料としては、Brightness Enhancement Film (BEF I または BEF II)、Transparent Right Angle Film (TRAF)、Optical Lighting Film (OLF または SOLF)、あるいはDiamond Grade Sheetingが挙げられるが、これらはいずれも、本発明の譲受人であるミネソタ州St. PaulのMinnesota Mining and Manufacturing Company (3M) から入手可能である。他の具体的な構造面材

料としては、上述の米国特許第5,394,255号および同第5,552,907号に記載の丸みのある峰／谷型のフィルムが挙げられるが、これは日本のSekisui Chemical Co. Ltd. (積水化学工業) から入手可能である。

様々な最終用途に対して、上記の種々の光指向性材料が適している

かまたは好ましいが、例示を目的として、構造面材料218は、ポリカーボネートから作製され、かつ夾角85度～95度を有する二等辺プリズム形構造物であると仮定する。

図11は、例示用の構造面材料218の動作を示している。図11は、2つの軸226および228を有するグラフである。これらの軸は、平滑面220に対する法線と光線とのなす角度を表している。具体的には、軸226は、構造面222上の構造物から直線的に外延したものに平行な平面内に光線の方角を投影したときに光線とのなす角度を表している。同様に、軸228は、構造面222上の構造物から直線的に外延したものに垂直な平面内に光線の方角を投影したときに光線と平滑面220に対する法線とのなす角度を表している。従って、平滑面220に垂直に入射する光線は、図8のグラフでは0度と記された原点で表されることになる。見て分かるように、図8は、領域230、232、および234に分けられる。領域230内の角度で入射した光は、構造面材料218に入るが、構造面222で内部全反射され、その結果、平滑面220を再度通過して光学キャビティに再び入る。領域232または234内の角度で平滑面220に入射した光線は、透過するが屈折するため、法線に対して異なる角度で進む。プリズムの夾角が90度のときのポリカーボネートの特性を示す図8から分かるように、法線に対して9.4度未満の角度で平滑面220に入射した光線はいずれも反射される。平滑面220に入射した光が光学的構造化材料213によって反射される場合の平滑面220に対する法線とのなす角度の上限を、これ以降ではカットオフ角と記す。

図10を参照すると、光学キャビティ（図示せず）から入射した4つの光線の例が示されている。第1の光線236は、すれすれの角度で、すなわち、法線に対して90度に近い角度で平滑面220に近づく。構造面材料218に入射するときに、光線236が、面220に対する法

線と89.9度の角度をなす場合、この光線は屈折し、構造面材料218を通過する際に法線と39.1度の角度をなす。構造面222に達すると、再び屈折する。構造面222上の構造物で屈折し、構造面220に対する法線とのなす角度は更に小さくなる。この例では、35.6度の角度をなす。

光線238は、カットオフ角により近い角度で平滑面220に入射する。この光線もまた、平滑面220を通過するときに屈折するが、屈折の程度は小さい。平滑面220に対する法線と10度の角度をなして光線238が平滑面220に入射する場合、平滑面220に対する法線と37.7度の角度をなして構造面222から放出されるが、その法線の反対側である。

光線240は、カットオフ角未満の角度で入射し、構造面222で2回内部全反射して、平滑面220から放出される。

最後に、光線242は、光線238と類似の角度で平滑面220に入射するが、ただし、その位置は、構造面222上のプリズムの1面により内部全反射され、かつ第2の面では反射されないような位置である。その結果、平滑面220に対する法線とより大きな角度をなして放出される。このような反射は、入射面に対して大きな入射角を形成する方向に進行する光線に対してのみ生じるので、プリズムは、こうした光線に対して非常に小さい断面積を示す。

光線の第5のクラスは、図10に示されていない。これは、平滑面220で反射されて、構造面材料218に入り込まない光線の集合である。こうした光線は、反射により光学キャビティ中に戻される他の光線と単に一緒になるだけである。この説明から分かるように、構造面材料218が存在しなかった場合に、ディスプレイの軸と大きな角度（ただし、平滑面220に対する法線をディスプレイの軸にとる）をなしてディスプレイから放出されたであろう光は、この軸により近い方向に

再方向付けされる。少量の光が、この軸と大きな角度をなす方向に向けられるであろう。従って、所定の角度よりも大きい入射角で平滑面220を通過して構造面材料218に入った光は、インプットウェッジよりも狭いアウトプットウェッジに方向付けされ、所定の角度よりも小さい入射角で平滑面220を通過して構造面材料218に入った光の大半は、反射されて構造面材料218の平滑面220から放出されるであ

ろう。

好ましい構造面材料218は幾何光学素子として機能するが、回折光学素子またはホログラフィック光学素子は、幾何光学素子が呈する配光特性を効果的に模倣するようにデザインできる。従って、構造面という用語は、所望の角度範囲内で光を透過し、所望の角度範囲内で光指向性フィルムを通過しない光を反射するように機能する幾何光学系と回折光学系の両方を含むものと理解すべきである。

#### 方向制御偏光子

次に、DRST偏光子と代表的な光指向性材料との組合せについて、図12A、12B、13A、および13Bと関連させて説明する。図12Aおよび12Bはそれぞれ、方向制御偏光子の好ましい第1の実施態様の反射特性および透過特性を示している。この実施態様において、DRST116は、光指向性材料113の下に配置され、光はDRST側から、この組合せ物に入射する。構造体の配列の固有の偏光特性により、一般的に言えば、最適な性能は、プリズムの配光軸がDRSTの配光方向に平行に配置されたときに得られる。

図12Aにおいて、光線113は、DRST116を正透過するように偏光されているが、光指向性材料113により内部全反射されて光線135となるような方向に進行する。光線137は、DRSTにより拡散反射されるように偏光されおり、従って、拡散反射光139、141、および143を形成する。

図12Bにおいて、光線145は、DRST116を正透過するように偏光されているが、光指向性材料113で屈折して光線147となるような方向に進行する。図12Aおよび12Bに示されている反射および透過の結果は、一方の偏光は方向制御偏光子を透過し、透過した光は所望の角度範囲に方向付けされるが、他方の偏光は拡散反射し、所望の角度範囲内で光指向性材料から放出されない光は反射されることを意味する。

図13Aおよび13Bはそれぞれ、方向制御偏光子の好ましい第2の実施態様の反射特性および透過特性を示している。この実施態様において、DRST116は、光指向性材料113の上に配置され、光は光指向性材料113の平滑面側から、この組合せ物に入射する。図13Aにおいて、光線149は、光指向性材料113で屈折するような方

向に進行する。しかしながら、光線149はまた、DRST116で拡散反射されて151、153、および155などの光線となるように偏光されている。光線151および153は、散乱されて光指向性材料113に戻り、構造面で屈折して平滑面から放出されるような角度で構造面側に入射する。光線155は散乱されて光指向性材料113に戻る。しかしながら、この光線は、構造面で完全に反射されてDRST方向に向かうような角度で構造面側に入射する。光線155は、DRST116で拡散反射されるように偏光されている（ただし、反射光線は1つだけ示されている）。こうして反射された光線は、光指向性材料の面から放出されるように示されており、方向制御偏光子のこの実施態様において、いかに光が「損失」するかを示す1例となっている。光線157および159は、カットオフ角未満の角度で光指向性材料113に入射し、従って、反射される。

図13Bにおいて、光線165は、構造面材料113で屈折するような方向に進行する。光線165もまた、DRST116を正透過して光線167

となるように偏光されている。図13Aおよび13Bに示されている反射および透過の結果は、一方の偏光は方向制御偏光子を透過し、透過した光は所望の角度範囲に方向付けされるが、他方の偏光は拡散反射され、所望の角度範囲内で光指向性材料から放出さない光もまた反射されることを意味する。

#### DRST偏光子と方向制御偏光子を組込んだディスプレイ

DRST偏光子だけまたは方向制御偏光子を組込んだいくつかのディスプレイ構成が可能である。DRST偏光子を組込んだディスプレイの側面図が、図14に模式的な示されている。このディスプレイには、ディスプレイモジュール、DRST偏光子116、および光学キャビティ140が含まれる。好ましくは、光学キャビティは、拡散反射光学キャビティであり、例えば、拡散反射ドットがコーティングされたラストガイド、エレクトロルミネセントパネル、または当該技術分野で周知の他の技術によるものなどが挙げられる。光学キャビティから放出される光は光束38で示されている。この光束は、DRST偏光子116に入射するが、このDRST偏光子は、(a)と記された第1の偏光の光を正透過し、直交する偏光(b)の光を拡散反射する。従って、光束42で示された特定量の光は、DRST偏光子116を透過するが、残りの

光は光束40で示されるように反射される。

DRST偏光子116で反射される偏光状態(b)を有する光は、光学キャビティ140内に再び入り、光学キャビティ内の拡散反射面に入射する。光学キャビティ内の拡散反射面は、光学キャビティ140により反射された光の少なくとも一部分の変更状態および方向を変える働きをする。こうして、DRST偏光子116で反射された偏光(b)の少なくとも一部分は、光学キャビティ内の拡散反射面により偏光(a)に変換される。この再循環または再利用は、経路48として記されている光学キャビティ140とDRST偏光子116の組合せにより行われる

多数の再循環により、光を状態(b)から状態(a)に変換し、DRSTを透過する光45を形成し、観測者146に届く光線47が最大量となるように透過させる効率的な機構が形成される。

もう1つの実施態様において、図12A、12B、13A、および13Bに関連して先に述べたような方向制御偏光子を使用することにより、ディスプレイの見かけの輝度を増大させることができる。このようなディスプレイが図15に模式的に示されている。図15は、3つの主要コンポーネントを有するディスプレイを示している。これらのコンポーネントは、ディスプレイモジュール164、方向制御偏光子110、および光学キャビティ140である。

方向制御偏光子110のあるディスプレイとないディスプレイとを比較できるように、図15の左半分は、方向制御偏光子110をもたないディスプレイ164を示している。一般的には、光学キャビティ140のユニット領域から放出された光（光束148で示されている）は、ランダムに偏光され、偏光(a)および(b)の両方が含まれる。この光のほぼ半分にあたる状態(b)の光は、ディスプレイモジュール142の一部を形成するダイクロイック吸収偏光子150により吸収される。残りの状態(a)の光は、ダイクロイック吸収偏光子150を透過してディスプレイ上にイメージを形成するのに使用される。従って、ディスプレイモジュール142が放出された光（光束152で示されている）は、状態(a)の光だけを含む。しかしながら、状態(a)の光の一部分だけが、観測者146にとって有用な角度範囲内に方向付けされる。従って、実際には、光学キャビティ140から提供された光のうちの半分未満（観



測者の使用可能な角度範囲にある状態(a)の一部)が、観測者143が見るときのディスプレイの輝度に寄与することになる。

方向制御偏光子は、光学キャビティ140から得られた光を効率的に利用する働きをする。同じ単位量の光(光束154で示されている)

が方向制御偏光子110に方向付けされた場合、状態(a)の光は、一回目で方向制御偏光子110を通過する。この光は、ディスプレイモジュールのダイクロイック吸収偏光子の透過軸と一致する偏光を有し、光束161で示されている。残りの状態(b)の光は、方向制御偏光子110で反射されて光学キャビティに戻る。

方向制御偏光子で反射されたこの光の少なくとも一部分は、光学キャビティにより、偏光に関して状態(a)に変換されるとともに、方向に関しても変換される。こうして、この光は、光束157として示されているように、状態(a)および(b)として光学キャビティから放出される。こうして再循環された状態(a)の光は、光線160で示されるもとの透過光に追加される。従って、光束160および161で示される光の合計量は、この再循環効果または再利用効果により増大する。ダイクロイック吸収偏光子の透過軸と一致する適切な偏光(状態(a))だけが、方向制御偏光子110を通過するので、ディスプレイから放出される光のうちのより多くの部分が、光束163で示されるように観測者146に向けて方向付けされる。更に、状態(b)の光は、方向制御偏光子110により反射されるので、ダイクロイック吸収偏光子150にほとんど吸収されない。この結果、光束163で示されるディスプレイから放出される光の量が光束152で示される光の量よりも70パーセント多いディスプレイが得られる。

図16は、方向制御偏光子110が液晶ディスプレイに組み込まれてなるディスプレイ179を示している。光指向性材料113は、光学キャビティから光指向性材料113の平滑面に光が入射するように光学キャビティとDRST偏光子116の間に配置される。これら2つのコンポーネントがギャップ181と一緒になって方向制御偏光子110を構成する。使用時、光学キャビティ140は、上述したように、ディスプレイに対して光を提供し、方向制御偏光子110から戻った光の

偏光方向および進行方向を変える働きをする。図16に示されたディスプレイの実施態様と図15に示されたディスプレイの実施態様の1つの違いは、カットオフ角134未満の角度で光指向性材料113に入射した光が偏光状態に依存せずに内部全反射により光学キャビティに戻されるという点である（図13Aを参照されたい）。もう1つの違いは、光指向性材料113を透過した光がほぼ直角にDRST偏光子116を通過するという点である（図13Bを参照されたい）。

方向制御偏光子から放出された光線の二次元制御は、図17に示されているもう1つの好ましいディスプレイ構成192を使用することにより達成できる。この構成では、それぞれ構造面112および184を有する2つの光指向性材料113および182が、互いに近接して、更にDRST偏光子116に近接して配置される。これらの3つの素子は、方向制御偏光子111を構成する。図17にはDRST偏光子116上に2つの光指向性材料が示されているが、DRST偏光子116は、本発明の範囲から逸脱することなく、光指向性材料112および182の間または下に配置することも可能であると理解すべきである。二次元制御は、構造面112および184の配光軸を交差させることにより達成される。特定のディスプレイ用途および関連する偏光要件に併せて、60度～120度、80度～100度、85度～95度、または約90度など、任意の角度で軸を配向させることができる。

作動時、図10および11に関連して先に述べた光指向性材料を用いて、第1の光指向性材料182の観測範囲をY-Z平面内で約80度、X-Z平面内で110度となるようにする。第1の光指向性材料182から出た光は、第2の光指向性材料113の光源となる。この第2の光指向性材料113の構造面112は、光指向性材料182の構造面184とは異なる方向軸を有する。2つの光指向性材料113および184の軸が、例えば、90度をなす場合、光指向性材料113は、X-Z平面の110度

の角度範囲内の光に作用して、X-Z平面内の観測角を70度未満のいくらか狭い領域に狭め、これにより輝度を更に増大させる。

図18は、DRST偏光子と光指向性材料の種々の組合せに対して、標準的な光学キャビティで照明されたLCDパネルの相対的なスクリーン輝度を示している。DRST偏光子と光指向性材料を系に存在させないときの観測角0度（法線方向）におけ

るスクリーン輝度を基準として、種々の観測角におけるスクリーン輝度を、DRST偏光子の延伸方向に垂直な平面内で測定した。図18の曲線169は、DRST偏光子や光指向性の追加の構造化層など、いずれの光学体をも含まない標準的なディスプレイおよび光学キャビティを試験に使用した時の種々の観測角における相対輝度を、観測角0度を基準に測定したものである。曲線168は、図14に模式的に示されているディスプレイに対する相対輝度であり、この場合、反射偏光子として機能するDRST偏光子116だけが、光学キャビティ140と液晶ディスプレイモジュール142の間に存在する。曲線166は、図15に示されているディスプレイに対する相対輝度であり、この場合、光指向性材料が本発明のDRST偏光子にラミネートされている。曲線164は、ディスプレイ中にDRST偏光子および光指向性材料が存在するが、光学キャビティからの光はDRSTを通過した後で光指向性材料を通過するように配置された場合の相対輝度である。曲線162は、図16に示されているディスプレイに対する相対輝度であり、この場合、ディスプレイ中にDRST偏光子116および光指向性材料113が存在するが、光学キャビティ140からの光はDRST116を通過した後で光指向性材料113を通過する。曲線166に示されているようにギャップを形成せずにDRST偏光子に取り付けた場合、または曲線164および162に示されているようにギャップにより光学体と離間させた場合、これらいずれかによらずに、光指向性材料を追加することにより、より小

さい観測角においてスクリーン輝度を増大させ、より大きい観測角においてスクリーン輝度を弱める効果が得られる。この効果は、目的の用途に必要な観測角範囲にもよるが、望ましいものであろう。一方、光指向性材料を存在させずにDRST偏光子だけを存在させた場合、より広範に輝度が増大し、小さい観測角では輝度が低く、より大きい観測角では輝度が高くなる。

スクリーン全体としても輝度もまた、使用する光学キャビティ（例えば、エレクトロルミネセントバックライトまたは標準的なバックライト）に依存する。各タイプの光学キャビティの反射率および損失率は、得られる全体としての輝度の増大に影響を与える。一般的には、ディスプレイシステムの利得は、DRST偏光子および光学キャビティの両方の効率に依存する。光の偏光方向および進行方向の

偏光要件に適合した高屈折率光学キャビティおよび極低損失DRST偏光子を用いれば、性能を最大にできる。

別々の方向制御フィルムをDRST偏光子に結合させる場合、光学的に結合してもよいし、光学的に結合させずに隣接シートとしてもよい。DRST偏光子と光指向性材料の一体型光結合構造物は、ヒートラミネーション、または屈折率の一致した接着剤でフィルムを接着させるなど、2つのフィルムを接合させるための様々な既知の技術を用いて形成することができる。このほか、DRST偏光子と光指向性材料の一体型構造物は、例えば、スキン層が存在する場合はその上に構造物をエンボス加工するなどのように、光指向性材料を直接、DRST偏光子の表面にエンボス加工することにより形成することもできる。または、光指向性構造物は、米国特許第5,175,030号に記載の方法により、支持体として機能する反射偏光子の表面上に直接、キャストして硬化させることもできる。方向制御フィルムまたはエンボス加工もしくはキャストされた構造面の種々の組合せが考えられる。例えば、DRST

偏光子の表面にラミネートされたかまたは他の方法で接着された方向制御フィルム、あるいはDRST偏光子の直接構造化光制御表面は、二次元構造物であってもよいし、あるいはDRST偏光子もしくはDRST偏光子／直線的構造化フィルム面の組合せの直線的構造面と所定の角度、例えば90度で交差する分離した直線的構造化方向制御フィルムを有する直線的構造面であってもよい。更に、直線的構造面は、DRST偏光子の1表面上にラミネートしてもよいし、エンボス加工してもよいし、またはキャストして硬化させてもよい。また、もう1つの直線的構造面は、DRST偏光子の他方の表面上に所定の角度でラミネートしてもよいし、エンボス加工してもよいし、またはキャストして硬化させてもよい。分離型フィルムであっても一体型構造物であっても、直線的構造化光制御面は、互いに任意の角度をとることができ、しかもDRST偏光子の偏光方向に対しても任意の角度をとることができる。同様に、ディスプレイ中で使用する場合、DRST偏光子と光制御構造物の組合せは、ディスプレイ偏光子に対して任意の角度をとることができ、その結果、第1の光制御構造物、DRST偏光子、任意の第2の光制御構造物、およびディスプレ

イ偏光子は、互いに任意の角度または角度の任意な組合せをとることができる。先に提示および説明したディスプレイにおいて、方向制御偏光子は、光学キャビティおよび／またはディスプレイモジュールの背部に、ラミネートすることもできるし、またはそれ以外の類似の方法で接合することができる。方向制御偏光子を光学キャビティまたはディスプレイモジュールにラミネートすると、これらの間のエアギャップを除去し、従って、エアギャップが存在した場合に空気／反射偏光子の境界で生じる表面反射を減少させることができる。こうした反射は、所望の偏光の全透過率を低下させる。反射偏光子を光学キャビティまたはディスプレイモジュールに接合することにより、表面反射は減少し、所望の偏

光の全透過率が増大する。反射偏光子を光学キャビティまたはディスプレイモジュールに接合しない場合、反射防止コーティング (AR) を使用することが望ましい。

図16の場合、反射偏光子を構造面材料の構造面にラミネートすることができない。この場合には、ARをコーティングした反射偏光子を使用して空気／反射偏光子の界面における表面反射を低下させることが望ましい。

#### 実施例の概説

以下の実施例では、本発明に係る種々の光学材料の製造ならびにこれらの材料の分光特性について説明する。他に記載のない限り、組成パーセントは、重量基準の組成パーセントを意味する。使用したポリエチレンナフタレート樹脂は、これらのサンプル用として、エチレングリコールと、イリノイ州ChicagoのAmoco Corp. から入手可能なジメチル-2,6-ナフタレンジカルボキシレートと、を使用して調製した。従来のポリエステル樹脂の重合技術を使用して、これらの試薬を重合し、種々の固有粘度 (IV) のものを得た。シンジオタクチックポリスチレン (sPS) は、米国特許第4,680,353号 (Ishiharaら) に開示されている方法に従って調製することができる。実施例には、種々のポリマ対、連続相および分散相の種々の分率、および他の添加剤、または以下に述べるプロセス変更が含まれる。

サンプルの延伸または配向は、ポリエステルフィルムの製造に使用される従来型配向処理装置、または実験用バッチ式配向処理装置のいずれかを使用して行っ

た。使用した実験用バッチ式配向処理装置は、押出キャストウェブから切り出されたキャスト材料の小片（7.5cm×7.5cm）を使用できるようにデザインした。配向処理温度は、熱風ブローにより制御し、フィルムサンプルは、制御された速度で1方向

または両方向にグリッパ間の距離を増大させる機械的システムを介して配向させた。両方向に延伸したサンプルについては、逐次的または同時に配向させることができた。束縛モード(C)で配向させたサンプルに対しては、すべてのグリッパはウェブを保持し、かつグリッパは1寸法方向に移動する。一方、非束縛モード(U)では、延伸方向に垂直に一定の寸法でフィルムを保持するグリッパは係合させず、フィルムは、その寸法方向に緩和またはネックダウンを起こすことができる。

偏光拡散透過率および反射率は、Perkin Elmer Labsphere S900-1000型150ミリメートル積分球アクセサリおよびGlan-Thompsonキューブ偏光子を備えたPerkin Elmer Lambda 19紫外／可視／近赤外分光光度計を用いて測定した。平行および横方向の透過率および反射率の値はそれぞれ、フィルムの延伸方向に平行または垂直な偏光のe-ベクトルを用いて測定した。スキャンはすべて連続的であり、480ナノメートル毎分のスキャン速度および2ナノメートルのスリット幅で行った。反射率は、「V-反射率」モードで測定した。透過率および反射率の値は、400～700ナノメートルにわたるすべての波長の平均である。

透過型電子顕微鏡写真は、分散相の性質を調べるために、最終フィルムの機械方向に垂直な平面内の断面に対して撮影した。3層構成体の外層は配向フィルムから除去し、包埋用としてブレンド層だけを残した。サンプルを3M Scotchcast™ 5 Electrical Resin中に包埋し、室温で硬化させた。ダイヤモンドナイフを使用し、Reichert Ultracut™ Sミクロトームにより、室温で、0.2ミリメートル毎秒の切断速度で、包埋サンプルを処理することにより、約90nm厚の薄い切片を切り出した。この薄い切片を、蒸留した脱イオン水上に浮かべ、透過型電子顕微鏡写真による評価を行うために、炭素／formvar支持

体で補強された200メッシュ銅グリッド上に回収した。顕微鏡写真は、JEOL 200CX Transmission Electron Microscopeを使用して撮影した。

走査型電子顕微鏡による評価は、分散相の性質を調べるために、フィルムの配向を行う前のキャストウェブに対して行った。液体窒素中に浸漬した状態でウェブの断片を破壊し、機械方向に垂直な平面を露出させた。次に、サンプルを摩砕し、アルミニウムスタブ上にのせてから、金パラジウムでスパッタコーティングした。顕微鏡写真は、Hitachi S530 Scanning Electron Microscopeを用いて撮影した。

#### 実施例 1

実施例 1 において、75%ポリエチレンナフタレート (PEN) を連続相または主要層として、更に25%ポリメチルメタクリレート (PMMA) を分散相または従属層として含むブレンドを、従来方式の押出およびキャスト技術を用いて押出し、厚さ約380ミクロンのキャストフィルムまたはシートを形成することによって、本発明に係る光学フィルムを作製した。PENの固有粘度 (IV) は0.52であった (60%フェノール、40%ジクロロベンゼン中で測定)。PMMAは、製品識別記号CP82としてデラウェア州WilmingtonのICI Americas, Inc. から入手した。

使用した押出機は、1 チューブ60  $\mu$ m Tegra フィルタを備えた3.15cm (1.24") Brabenderであった。ダイは、30.4cm (12") EDI Ultraflex™ 40であった。

フィルム押出の約24時間後、ポリエステルフィルム用幅出機を用いて、幅方向または横方向 (TD) にキャストフィルムを配向させた。延伸は、約0.1メートル毎分 (30ft/分)、最終幅約140cm (55インチ)、および延伸温度約160°C (320° F) の条件で行った。Lambda 19分光光度計に積分球を取付け、Glan-Thompsonキューブ偏光子で偏光させ

たサンプルビームを利用して、延伸サンプルの全反射率を測定した。サンプルの平行反射率 (すなわち、フィルムの延伸方向を偏光のe-ベクトルに平行になるようにして反射率を測定した) は75%であり、横方向反射率 (すなわち、偏光のe-ベクトルが延伸方向に垂直になるようにして反射率を測定した) は52%であった。

## 実施例 2

実施例 2 において、実施例 1 と類似の方法で光学フィルムの作製および評価を行った。ただし、75% PEN、25%シンジオタクチックポリスチレン(sPS)、0.2%ポリスチレングリシジルメタクリレート相溶化剤、ならびにそれぞれ0.25%のIrganox™ 1010およびUltranox™ 626、のブレンドを使用した。ポリスチレングリシジルメタクリレートの合成については、Polymer Processes, “Chemical Technology of Plastics, Resins, Rubbers, Adhesives and Fibers”, Vol. 10, Chap. 3, pp. 69-109 (1956) (Ed. by Calvin E. Schildknecht)に記載されている。

60%フェノール、40%ジクロロベンゼン中で測定したときのPENの固有粘度は0.52であった。sPSはDow Chemical Co. から入手したものであり、その重量平均分子量は約200,000であった。これ以降ではsPS-200-0と記した。延伸フィルムサンプルに対する平行反射率の測定値は73.3%であり、横方向反射率の測定値は35%であった。

## 実施例 3

実施例 3 において、実施例 2 と類似の方法で光学フィルムの作製および評価を行った。ただし、相溶化剤のレベルを0.6%まで増大させた。得られた平行反射率の測定値は81%であり、横方向反射率の測定値は35.6%であった。

## 実施例 4

実施例 4 において、従来型の 3 層同時押出技術を利用して、本発明に係る 3 層光学フィルムを作製した。フィルムには、コア層とコア層のそれぞれの側のスキン層とが含まれていた。コア層は、75%PENおよび25% sPS 200-4(識別記号sPS-200-4は、4 モル%のパラメチルスチレンを含有したシンジオタクチックポリスチレンのコポリマを意味する)のブレンドから成り、各スキン層は、60%フェノール、40%ジクロロベンゼン中で測定したときの固有粘度が0.56である100%PENから成っていた。

得られた 3 層キャストフィルムのコア層の厚さは約415ミクロンであり、各スキン層の厚さは約110ミクロンであり、全体の厚さは約635ミクロンであった。得



られた3層キャストフィルムを、実験用バッチ式伸張機を用いて約129℃の温度で機械方向(MD)に約6対1で延伸した。フィルムサンプルの延伸方向に平行な縁は実験用伸張機により把持しなかったため、サンプルは横方向(TD)の束縛は受けず、延伸処理の結果として、サンプルはTD方向に約50%のネックダウンを起こした。

光学的性能は、実施例1と類似した方法で評価した。平行反射率の測定値は80.1%であり、横方向反射率の測定値は15%であった。これらの結果は、このフィルムが低吸収性エネルギー保存系として機能することを示している。

#### 実施例5～29

実施例5～29において、実施例4と類似の方法で一連の光学フィルムの作製および評価を行った。ただし、コア層中のsPS分率および使用したPEN樹脂のIVは、表1に示されているように変化させ

た。コア層中のPEN樹脂のIVとスキン層中のPEN樹脂のIVとは、所定のサンプルに対して同じであった。キャストフィルムの全厚は約625ミクロンであり、この全厚の約2/3はコア層であり、のこりは、ほぼ同じ厚さのコア層であった。表1に示されているように、コア層中のPENおよびsPSの種々のブレンドを調製した。表1に示されているように種々の温度で、機械方向(MD)および横方向(TD)のいずれかの方向に約6:1の延伸比でフィルムを延伸した。延伸中にサンプルがネックダウンを起こすのを防ぐために、いくつかのサンプルを延伸方向に垂直な方向に束縛(C)した。表1中に「U」と記されたサンプルの束縛は行わず、非束縛寸法方向にネックダウンを起こさせた。透過パーセント、反射パーセント、および吸収パーセントなど、延伸サンプルの特定の光学特性については、延伸方向に平行な方向および横方向すなわち垂直な方向の両方の軸に沿って測定を行った。結果は、表1にまとめられている。

実施例24～27に対して示されたヒートセットは次のように行った。すなわち、ほぼ所定のサイズを持たせた硬質フレームで掴持することにより延伸方向に垂直な延伸サンプルの2つの縁を束縛し、掴持されたサンプルを記載の温度のオーブン中に約1分間入れた。延伸方向に平行なサンプルの2つの端は束縛せず(U)

すなわち掴持せず、ネックダウンを起こさせた。実施例29のヒートセットも同様に行ったが、ただし、延伸サンプルの4つの縁すべてを束縛(C)すなわち掴持した。実施例28はヒートセットを行わなかった。

表1

実施例 番号	延伸温度 (°C)	延伸方向 (MD/TD)	延伸 束縛 (C/U)	PEN IV	分率 (aPS)	ヒート セット 温度	束縛 ヒート セット	透過 (垂直)	透過 (平行)	反射 (垂直)	反射 (平行)
5	135	TD	C	0.53	0.25			76.2	20.4	22.6	75.3
6	135	TD	C	0.47	0.75			80.2	58.4	19.4	40
7	142	TD	C	0.53	0.25			74.2	21.8	25.3	77.3
8	142	TD	C	0.47	0.75			76.0	41.0	23.8	55.6
9	129	TD	C	0.53	0.25			71.2	21.2	26.5	76.2
10	129	TD	C	0.47	0.75			76.8	48.9	22.4	49.6
11	129	MD	U	0.53	0.25			81.5	27.6	17.2	67
12	129	TD	U	0.53	0.25			66.8	22.1	25	71.9
13	129	MD	U	0.47	0.25			79.5	20.3	19.3	73.7
14	129	TD	U	0.47	0.25			66.3	26.2	32.5	69.4
15	129	TD	U	0.47	0.5			73.0	26.2	24.7	68.7
16	129	MD	U	0.47	0.5			75.4	20.6	23.2	76.1
17	129	MD	U	0.47	0.1			82.1	27.3	16.9	67

実施例 番号	延伸温度 (°C)	延伸方向 (MD/TD)	延伸 束縛 (C/U)	PEN IV	分率 (gPS)	ヒート セット 温度	束縛 ヒート セット	透過 (垂直)	透過 (平行)	反射 (垂直)	反射 (平行)
18	129	MD	U	0.56	0.25			80.1	15.0	18	80.3
19	129	TD	U	0.56	0.25			70.2	21.6	25.2	70.7
20	129	MD	C	0.47	0.25			75.8	28.7	23.4	70.1
21	129	MD	C	0.47	0.5			79.8	27.8	19.7	70.8
22	135	MD	C	0.47	0.1			80.5	36.7	19.2	62.6
23	135	MD	C	0.53	0.25			77.2	21.1	21.8	76.6
24	129	MD	U	0.56	0.25	150	U	83.7	17.3	17.3	74
25	129	MD	U	0.56	0.25	220	U	82.1	16	18	75.8
26	129	MD	U	0.56	0.25	135	U	84.7	17	18	75.3
27	129	MD	U	0.56	0.25	165	U	83	16	16.5	76.3
28	129	MD	U	0.56	0.25	CNTRL		83.7	17	17.5	76
29	129	MD	U	0.56	0.25	230	C				
29	129	MD	U	0.56	0.25	230	C				

上記のサンプルはすべて、フィルムサンプルの本体内の分散相の位置に依存して変化する分散相の形状が観測された。サンプル表面のより近傍に位置した分散相混在物は、より球形に近いというよりも細長い形状であることが観測された。サンプル表面の間のより中央に近い混在物は、より球形に近い可能性がある。このことは、たとえスキン層をもつサンプルであっても成立することであるが、こ

の効果の大きさはスキン層があると低下する。スキン層を追加すると、延伸処理中に剥離を起こす傾向が軽減されるため、フィルムの処理性が向上する。

理論に拘束されるものではないが、キャストフィルムのコア層中の混在物（分散相）の伸びは、ダイを介して移送されるときにブレンドに剪断力が加わった結果であると考えられる。この伸びの特性は、ダイの物理的寸法、押出温度、押出物の流量、ならびに連続相および分散相の材料の化学的状态に変えることにより、変化させることができる。押出中に分散相をいくらか伸長させることにより、特定の用途または使用で、その恩恵を受ける可能性がある。続いて機械方向に延伸する用途に対して、押出中に伸長された分散相を用いて延伸を開始すると、生じた分散相中において、より大きなアスペクト比が得られる。

もう1つの注目すべき特徴は、同じサンプルを非束縛条件下で延伸した場合に、性能の著しい改良が観測されるという事実である。例えば、実施例9では、透過率は、平行方向および垂直方向に対してそれぞれ79.5%、および20.3%であった。これとは対照的に、実施例16の透過率は、平行方向および垂直方向に対してそれぞれ75.8%、および28.7%であった。サンプルを非束縛条件下で延伸した場合、束縛条件下で延伸した場合よりも厚さが増大するが、屈折率の一致は恐らく改良されるだろう。

屈折率を制御する他の方法は、材料の化学的側面を変えることである。例えば、テレフタル酸から誘導されたインタポリマ単位

(interpolymerized unit) 30重量%と、2,6-ナフタル酸から誘導された単位70重量%と、のコポリマの屈折率は、100%PENポリマのものよりも0.02小さい。このタイプの変化を利用すると、大きな差が望まれる軸方向には僅かな低下を引き起こすだけで、1つの軸方向に対して屈折率の一致度を高めることができる。言い換えると、1つの軸方向に対して屈折率の一致度を高めることにより、大きな差が望まれる直交軸方向の低下を補償する以上の恩恵が得られる。第2に、延伸させる温度範囲を変えるために、化学的変更が望まれる場合もある。sPSのコポリマおよび種々の比のパラメチルスチレンモノマは、最適延伸温度を変化させるであろう。加工ならびに得られる屈折率の一致および差に対して系全体を最も効果

的に最適化するために、これらの技術を組合せることが必要な場合もある。この場合、延伸条件に関して加工および化学を最適化し、更に、材料の化学を調節して少なくとも1つの軸方向の屈折率差を最大化し、かつ少なくとも1つの直交軸方向の差を最小化することにより、最終性能の制御を改良することができる。

これらのサンプルは、TD方向よりもMD方向に配向させた場合、より良好な光学性能を呈した（実施例14-15を比較されたい）。理論に拘束されるものではないが、TD配向ではなくMD配向を有する異なる幾何学構造の混在物を開発し、かつこれらの混在物はより大きなアスペクト比を有し、その結果、非理想的な末端効果の重要性を低下させるようにできるものと考えられる。非理想的な末端効果とは、伸長された粒子の各末端における複合体幾何学構造／屈折率の関係を意味する。粒子の内部または非末端は、望ましいと考えられる均一な幾何学構造および屈折率を有するものと思われる。この場合、伸長された均一な粒子のパーセントが大きくなれば、光学性能は良くなる。

これらの材料の消光比は、延伸方向に垂直な偏光に対する透過率と

延伸方向に平行な偏光に対する透過率との比である。表1に記載の実施例に対して、消光比は、約2～約5の間で変化するが、消光比の最適化を全く行わないでも、本発明に従って作製された光学体について、7までの消光比が観測された。フィルムの厚さ、混在物の容積分率、粒子サイズ、および屈折率の一致および不一致を調節することにより、またはヨウ素または他の染料を使用することにより、更に高い消光比が得られるものと期待される。

#### 実施例30～100

実施例30～100において、表2に列挙されている種々の材料を使用して、本発明のサンプルを作製した。PEN42、PEN47、PEN53、PEN56、およびPEN60は、60%フェノール、40%ジクロロベンゼン中で測定したときの固有粘度(IV)がそれぞれ、0.42、0.47、0.53、0.56、および0.60であるポリエチレンナフタレートを意味する。使用した特定のsPSは、Dow Chemical Co. から入手した。Ecdel™ 9967およびEstar™は、ニューヨーク州RochesterのEastman Chemical Co. から市販されているコポリエステルである。Surllyn™ 1706は、デラウェア州WilmingtonのE

. 1. du Pont de Nemours & Co. から入手可能なイオノマである。添加剤 1 または 2 として記載されている材料には、ポリスチレングリシジルメタクリレートが含まれている。識別記号 GMAPS2、GMAPS5、および GMAPS8 は、全コポリマ中に、グリシジルメタクリレートがそれぞれ 2 重量%、5 重量%、および 8 重量%含まれていることを意味する。ETPB は、架橋剤エチルトリフェニルホスホニウムブロミドを意味する。PMMA V044 は、Atohaas North America, Inc. から市販されているポリメチルメタクリレートを意味する。

実施例 4 と類似した方法により光学フィルムサンプルを作製した

が、ただし、違いについては、表 2 中に記載されているが、更に、以下で説明する。連続相およびそれが全体に対して占める割合は、主要層として報告されている。分散相およびそれが全体に対して占める割合は、従属層として報告されている。ブレンドの厚さに対する報告値は、コア層のおよその厚さをミクロン単位で表している。コア層の厚さを変化させた場合、スキン層の厚さも変化させたが、ただし、一定の比を保った。すなわち、2 つのスキン層は、ほぼ同じ厚さであり、そのスキン層の合計厚は、全厚の約 1/3 であった。分散相のサイズは、いくつかのサンプルに対して、走査型電子顕微鏡 (SEM) または透過型電子顕微鏡 (TEM) により測定した。続いて、実験用バッチ式配向処理装置を用いて延伸を行ったサンプルについては、バッチ式延伸と記された欄に「x」の印がつけられている。

表 2

実施例 番号	主要相	主要相 (%)	従属相	従属相 (%)	コア層 (ミクロン)	添加剤 1	添加剤 2	SEMs	TEM (ミクロン)	パッチ式 延伸
30	PEN.42	75	sPS-200-4	25	9.8	-	-	-	-	-
31	PEN.42	75	sPS-200-4	25	16.3	-	-	10	-	-
32	PEN.47	75	sPS-200-4	25	9.8	-	-	-	-	x
33	PEN.47	75	sPS-200-4	25	16.3	-	-	8	-	x
34	PEN.47	50	sPS-200-4	50	9.8	-	-	-	-	-
35	PEN.47	50	sPS-200-4	50	16.3	-	-	5	-	x
36	PEN.47	90	sPS-200-4	10	9.8	-	-	-	-	-
37	PEN.47	90	sPS-200-4	10	16.3	-	-	3	-	x
38	PEN.53	75	sPS-200-4	25	9.8	-	-	-	-	-
39	PEN.53	75	sPS-200-4	25	16.3	-	-	7	-	x
40	PEN.56	75	sPS-200-4	25	9.8	-	-	-	-	-
41	PEN.56	75	sPS-200-4	25	16.3	-	-	6	-	x
42	sPS-200-4	75	PEN.42	25	9.8	-	-	-	-	-

実施例 番号	主要相	主要相 (%)	従属相	従属相 (%)	コア層 (ミクロン)	添加剤 1	添加剤 2	SEMs	TEM (ミクロン)	パッチ式 延伸
43	sPS-200- 4	75	PEN.42	25	16.3	-	-	-	-	-
44	sPS-200- 4	75	PEN.47	25	9.8	-	-	-	-	-
45	sPS-200- 4	75	PEN.47	25	16.3	-	-	-	-	x
46	sPS-200- 4	75	PEN.53	25	16.3	-	-	-	-	-
47	sPS-200- 4	75	PEN.53	25	9.8	-	-	-	-	-
48	sPS-200- 4	75	PEN.56	25	9.8	-	-	-	-	-
49	sPS-200- 4	75	PEN.56	25	16.3	-	-	-	-	-
50	PET.60	75	Ecdel™ 9967	25	16.3	-	-	-	-	-



実施例 番号	主要相	主要相 (%)	従属相	従属相 (%)	コア層 (ミクロン)	添加剤 1	添加剤 2	SEMs	TEM (ミクロン)	パッチ式 延伸
51	PET.60	75	Surlyn™ 1706	25	16.3	-	-	2	-	-
52	PEN.47	75	Ecdel™ 9967	25	16.3	-	-	2	-	x
53	PEN.47	100	-	-	16.3	-	-	-	-	-
54	PEN.47	75	sPS-200	25	16.3	-	-	-	-	-
55	PEN.47	75	sPS-200	25	9.8	-	-	10	-	-
56	PEN.47	75	sPS-320	25	9.8	-	-	12	-	-
57	PEN.47	75	sPS-320	25	16.3	-	-	-	-	-
58	PEN.47	95	sPS-320	5	9.8	-	-	-	-	-
59	PEN.47	95	sPS-320	5	16.3	-	-	-	-	-
60	PEN.56	100	-	-	16.3, 9.8	-	-	-	-	x
61	PEN.56	75	sPS-200	25	9.8	-	-	10	-	-
62	PEN.56	75	sPS-200	25	16.3	-	-	-	-	x
63	PEN.56	95	sPS-200	5	9.8	-	-	-	-	-
64	PEN.56	95	sPS-200	5	16.3	-	-	-	-	x
65	PEN.56	75	sPS-320	25	9.8	-	-	10	-	-

実施例 番号	主要相	主要相 (%)	従属相	従属相 (%)	コア層 (ミクロン)	添加剤 1	添加剤 2	SEMs	TEM (ミクロン)	パッチ式 延伸
66	PEN.56	75	sPS-320	25	16.3	-	-	-	-	-
67	PEN.47	95	sPS-200	5	16.3	2% GMAPS2	0.25% ETPB	1	0.3	x
68	PEN.47	95	sPS-200	5	9.8	2% GMAPS2	0.25% ETPB	-	-	-
69	PEN.56	75	sPS-200	25	9.8	6% GMAPS2	0.25% ETPB	-	-	-
70	PEN.56	75	sPS-200	25	16.3	6% GMAPS2	0.25% ETPB	0.5	2.5	x
71	PEN.56	75	sPS-200	25	9.8	2% GMAPS2	0.25% ETPB	-	0.8	-
72	PEN.56	75	sPS-200	25	16.3	2% GMAPS2	0.25% ETPB	1	-	-
73	PEN.56	95	sPS-200	5	9.8	2% GMAPS2	0.25% ETPB	-	-	-
74	PEN.56	95	sPS-200	5	16.3	2% GMAPS2	0.25% ETPB	-	-	-

実施例 番号	主要相	主要相 (%)	従属相	従属相 (%)	コア層 (ミクロン)	添加剤 1	添加剤 2	SEMs	TEM (ミクロン)	パッチ式 延伸
75	PEN.56	75	sPS-200	25	9.8	6% GMAPS2	0.25% ETPB	.	.	.
76	PEN.56	75	sPS-200	25	16.3	6% GMAPS2	0.25% ETPB	0.8	1	x
77	PEN.56	75	sPS-200	25	9.8	2% GMAPS2	0.25% ETPB	.	.	.
78	PEN.56	75	sPS-200	25	16.3	2% GMAPS2	0.25% ETPB	.	.	.
79	PEN.56	75	sPS-200	25	9.8	6% GMAPS2	0.25% ETPB	.	.	.
80	PEN.56	75	sPS-200	25	16.3	6% GMAPS2	0.25% ETPB	.	.	x
81	PEN.56	75	sPS-200	25	9.8	6% GMAPS2	0.25% ETPB	.	.	.
82	PEN.56	75	sPS-200	25	16.3	6% GMAPS2	0.25% ETPB	0.5	.	.

実施例 番号	主要相	主要相 (%)	従属相	従属相 (%)	コア層 (ミクロン)	添加剤 1	添加剤 2	SEMs	TEM (ミクロン)	パッチ式 延伸
83	PEN.56	95	sPS-200	5	9.8	2% GMAPS2	0.25% ETPB	.	.	.
84	PEN.56	95	sPS-200	5	16.3	2% GMAPS2	0.25% ETPB	.	.	.
85	PEN.56	75	sPS-200	25	9.8	0.5% GMAPS2	0.25% ETPB	.	.	.
86	PEN.56	75	sPS-200	25	9.8	0.5% GMAPS2	0.25% ETPB	.	.	.
87	PEN.47	75	Eastar	25	16.3	.	.	.	.	x
88	PEN.47	75	Eastar	25	9.8	.	.	.	.	.
89	PEN.47	75	Eastar	25	16.3	.	.	.	.	.
90	PEN.47	75	Eastar	25	9.8	.	.	.	.	.
91	PEN.47	75	PMMA VO44	25	9.8	.	.	.	.	.
92	PEN.47	75	PMMA VO44	25	16.3	.	.	10	.	.

実施例 番号	主要相	主要相 (%)	従属相	従属相 (%)	コア層 (ミクロン)	添加剤 1	添加剤 2	SEMs	TEM (ミクロン)	バッチ式 延伸
93	PEN.47	75	PMMA VO44	25	16.3	6% MMA/GMA	-	-	0.7	-
94	PEN.47	75	PMMA VO44	25	9.8	6% MMA/GMA	-	-	-	-
95	PEN.47	75	PMMA VO44	25	9.8	2% MMA/GMA	-	-	1.2	-
96	PEN.47	75	PMMA	25	16.3	2% MMA/GMA	-	-	-	x
97	PEN.47	75	sPS-200.4 VO44	25	916.3	0.5% コンゴレーレッド	-	-	-	x
98	PEN.47	75	sPS-200.4	25	16.3	0.15% コンゴレーレッド	-	-	-	x
99	PEN.47	75	sPS-200.4	25	9.8	0.25% メチレンブルー	-	-	-	-

実施例 番号	主要相	主要相 (%)	従属相	従属相 (%)	コア層 (ミクロン)	添加剤 1	添加剤 2	SEMs	TEM (ミクロン)	パッチ式 延伸
100	PEN.47	75	sPS-200-4	25	9.8	0.025% メチレンブルー	.	.	.	.

種々の相溶化剤を存在させると、包含された相すなわち分散相のサイズは減少することが分かった。

#### 実施例101

実施例101において、実施例4と類似の方法により光学フィルムを作製したが

、ただし、得られたコアの厚さは約420ミクロン厚であり、各スキン層は約105ミクロン厚であった。PENは0.56IVを有していた。キャストフィルムを実施例1のように配向させたが、ただし、延伸温度は165℃であり、キャストイングと延伸との間には15日間の遅れがあった。平行偏光および垂直偏光に対する透過率はそれぞれ、87.1%および39.7%であった。

#### 実施例102～121

実施例102～121において、実施例101に従って光学フィルムを作製したが、ただし、配向処理条件を変化させ、および／またはsPS-200-0の代わりに、表3に列挙されているように、4モル%もしくは8モル%のパラ-メチルスチレンを含有するsPSのコポリマを利用するか、またはアタクチック型スチレンStyron 663(ミシガン州MidlandのDow Chemical Co. から入手可能)を利用した。透過特性の評価についても報告されている。

透過率の値は、450nm～700nmの全波長にわたり平均した。

表 3

実施例	sPS %	PS	PEN IV	延伸温度 (°C)	レール セッティング (cm)	垂直透過率 (%)	平行透過率 (%)
101	25	200-0	0.56	165	152	87.1	39.7
102	35	200-0	0.56	165	152	87.8	44.4
103	15	200-4	0.56	165	152	86.1	43.5
104	25	200-4	0.56	165	152	86.5	43.6
105	35	200-4	0.56	165	152	88.2	50.7
106	15	200-8	0.56	165	152	89.3	40.7
107	25	200-8	0.56	165	152	88.5	42.8
108	35	200-8	0.56	165	152	88.6	43.3
109	15	Styron 663	0.56	165	152	89.3	45.7
110	25	Styron 663	0.56	165	152	87.8	41.6
111	35	Styron 663	0.56	165	152	88.8	48.2
112	15	Styron 663	0.48	165	152	88.5	62.8
113	25	Styron 663	0.48	165	152	87.1	59.6
114	35	Styron 663	0.48	165	152	86.8	59.6
115	15	200-0	0.48	165	152	88.0	58.3
116	25	200-0	0.48	165	152	88.0	58.7
117	35	200-0	0.48	165	152	88.5	60.6
118	15	200-4	0.48	165	152	89.0	57.4
119	35	200-4	0.48	165	152	87.3	64.0
120	35	200-0	0.56	171	127	86.5	65.1

実施例	sPS %	PS	PEN IV	延伸温度 (°C)	レール セッティング (cm)	垂直透過率 (%)	平行透過率 (%)
121	35	200-0	0.56	171	152	88.1	61.5



これらの実施例は、包含された相の粒子が低IV PEN中よりも高IV PEN中の方が機械方向に伸長されることを示している。このことは、低IV PENにおいて、フィルムの内部の点よりもフィルムの表面近傍の方がより多く延伸され、その結果、表面近傍には繊維状構造物が形成され、中央に近づくにつれて球状構造物が形成されるという観測結果と一致する。

これらの実施例のいくつかは、配向温度および配向の度合が所望の効果を得るための重要な変数であることを示唆している。実施例109～114は、穏やかな(quiet)結晶化が、必ずしも、好ましい偏光の透過不足の唯一の理由であるわけではないことを示唆している。

#### 実施例122～124

実施例122～124において、209層フィードブロック(feed block)を利用し、本発明に従って多層光学フィルムを作製した。2つの材料：すなわち、(1)38.6kg毎時のPEN(固有粘度0.48)、および(2)95重量%coPENと5重量%sPSホモポリマ(分子量200,000)とのブレンドを、フィードブロックに仕込んだ。coPENは、70モル%ナフタレンジカルボキシレートおよび30モル%ジメチルイソフタレートをエチレングリコールを用いて重合し、固有粘度0.59としたものであった。coPEN/sPSブレンドは、34.1kg毎時の速度でフィードブロックに仕込んだ。

coPENブレンド材料は押出物の外側に配置し、生成する積層の層

組成は、2つの材料の間で交互に変化させた。直線勾配の厚さを有し、かつ最も薄い層から最も厚い層まで1.3の比で変化する1/4波長積層が得られるように、層の厚さをデザインした。次に、sPSを全く含まないcoPENのより薄いスキン層(coPEN/sPSブレンドを調製する上述の方法に従って調製したが、ただし、モル比は、70/15/15ナフタレンジカルボキシレート/ジメチルテレフタレート/ジメチルイソフタレートであった)を、209層複合体の両側に追加した。29.5kg毎時の速度で全スキン層を追加したが、その際、この量の約1/2を積層のそれぞれの側すなわちそれぞれの表面に追加した。

こうして得られたスキン層クラッド多層複合体を、マルチプライヤ(multiplier)を介して押出し、421層の多層複合体を作製した。次に、得られた多層複合体

の両側に、70/15/15 coPEN/の更なるスキン層を、29.5kg毎時の合計速度でかつこの量の約1/2をそれぞれの側に分配してクラディングした。この第2のスキン層は、既存のスキン層と区別して検出することはできないので（材料が同じであるため）、この説明の目的に対しては、得られた追加の厚いスキン層を、1層のみとしてカウントする。

得られた421層複合体を、比1.40の非対称マルチプライヤを介して再び押出するこにより、841層フィルムを作製し、更に、このフィルムをキャストしてシートにしたが、この際、ダイを介した押出および冷却を行って、厚さ約30ミルのシートにした。その後、得られたキャストシートを、従来型のフィルム製造用幅出機を用いて、幅方向に配向させた。シートの延伸は、約300F°（149℃）の温度において、約20%毎秒の延伸速度で、延伸比約6:1になるまで行った。得られた延伸フィルムは厚さ約5ミルであった。

実施例123において、実施例122に従って、多層光学フィルムを作製したが、ただし、coPEN/sPS中のsPSの量は5%ではなく20%

にした。

実施例124において、実施例122に従って、多層光学フィルムを作製したが、ただし、sPSをフィルムに添加しなかった。

表4に報告されている結果には、フィルムの光学利得の測定値が含まれる。フィルムの光学利得とは、LCDとバックライトとの間にフィルムを挿入してなる構成においてバックライトからLCDを介して透過された光と、所定の位置にフィルムを配置しないときに透過された光と、の比である。光学フィルムにおける光学利得の重要性については、WO 95/17692の中で該特許の図2と関連させて説明されている。一般的には、より大きい利得値が望ましい。透過率の値には、延伸方向に平行に光が偏光された場合( $T_{\parallel}$ )および延伸方向に垂直に光が偏光された場合( $T_{\perp}$ )に得られた値が含まれる。オフアングル色(OAC)は、波長400nm~700nmの50度入射光におけるp偏光透過率の二乗平均偏差として、Oriel分光光度計を用いて測定した。

表 4

実施例	sPS モル%	利得	T <sub>1</sub> (%)	T <sub>  </sub> (%)	OAC (%)
122	5	1.5	83	2	1.5
123	20	1.45	81	1.5	1.2
124	0	1.6	87	5	3.5

オフアングル色 (OAC) の値は、本発明の範囲内で多層構成体を使用することにより得られる利点を示している。特に、このような構成体を使用すると、実質的にOACが低下し、しかも、利得は僅かに低下するにすぎない。このトレードオフは、いくつかの用途において利点

となることもある。sPS分散相により散乱された光は検出器に届かない可能性もあるため、例えば、本発明のT<sub>||</sub> の値は、期待値よりも小さくなることがある。

#### 実施例125

実施例4に従って、3層フィルムを作製した。コア層は、60%フェノール、40%ジクロロベンゼン中で測定したときの固有粘度が0.55である70% coPENと、70% sPS 200-7と、更に2% Dylark 332-80 (NOVA Chemicalから入手可能) と、から成っていた。各スキン層は、メチレンクロリド中で測定したときの固有粘度が0.65である100% coPETから成っていた。

coPENは、62モル%ナフタレンジカルボキシレートおよび38モル%ジメチルテレフタレートを基剤としたコポリマであった。coPETは、80モル%ジメチルカルボキシレートおよび20モル%ジメチルイソフタレートを基剤としたコポリマであった。

キャストフィルムは、実施例1と一致した方法で配向させた。延伸は、5.8メートル毎分(19フィート毎分)および出力幅147cm(58インチ)で行った。延伸温度は124℃であった。ヒートセット温度は163℃であった。垂直透過率は85.3%、平行透過率は21.7%であった。

#### 実施例126~130

以下の実施例では、本発明の光学系における共連続形態の生成について説明する。

実施例126～130において、実施例125と類似した方法で一連の光学フィルムの作製および評価を行ったが、ただし、コア層中のsPS分率および延伸温度は、表5に示されているように変化させた。

表5

実施例 番号	sPS 分率	分散 または 共連続	延伸温度 (°C)	透過率 (垂直)	透過率 (平行)
125	0.30	分散	124	85.3	21.7
126	0.35	分散	135	86.3	21.1
127	0.40	分散	129	86.4	21.9
128	0.44	--	124	85.8	25.9
129	0.53	共連続	129	86.6	33.6
130	0.81	分散	135	88.1	69

実施例125～130に対する平行透過率および垂直透過率の値は、良好な光学性能を示している。実施例130の透過率において垂直透過率の値が高いことは、延伸方向に垂直な方向を向いた偏光に対して両方の相の屈折率がよく一致していることを示唆する。

実施例126および127に対して、破断面の走査型電子顕微鏡写真を撮影した。実施例125の場合と同じように、粒子が存在しなければ連続であるマトリックス中に分散された球形または楕円形の粒子の存在が明確に示された。実施例129および130に対して、透過型電子顕微鏡写真を撮影した。これらはそれぞれ図6aおよび6bに示されている。図6aは、共連続相の形態を示している。この顕微鏡写真を調べると、coPEN相およびsPS相の両方の混在物が含まれ、更に、それぞれが連続相を形成する領域が含まれることが分かる。これとは対照的に、図6bでは、coPENがsPSマトリックス中に分散されていることが分かる。

実施例131

実施例4に従って、3層フィルムを作製した。コア層は、60%フェノールおよび40%ジクロロベンゼンの溶液中で測定したときの固有粘度が0.51である85% coPENと、15% 250k-7と、更に2% Dylark™ 332-80と、から成っていた。各スキン層は100% coPENから成っていた。

コアの一部分として使用したcoPENは、70モル%ナフタレンジカルボキシレートおよび30モル%ジメチルテレフタレートを基剤としたコポリマであった。スキン層中で使用したcoPENは、70モル%ナフタレンジカルボキシレートおよび30モル%ジメチルイソフタレートを基剤としたコポリマであった。

キャストフィルムは、実施例1と一致した方法で配向させた。延伸は、5.3メートル毎分(17.4フィート毎分)および出力幅124.5cm(49インチ)で行った。延伸温度は118℃であった。ヒートセット温度は141℃であった。垂直透過率は81.9%、平行透過率は32.7%であった。垂直透過スペクトルが図7に示されている。

#### 実施例132

反射防止層を有するフィルムを次のように作製した。まず最初に、10グラムのRemet™ SP-30(ニューヨーク州ChadwicksのRemet Corporation)を1グラムのTritx™ X-100(ペンシルヴェニア州PhiladelphiaのRohm and Haas)と共に、89グラムの脱イオン水中に添加した。この溶液を、実施例131から得られたフィルムの一片上に、乾燥膜厚が約200ナノメートルになるように#3線巻ロッドを利用してコーティングした。垂直透過率は83.8%、平行透過率は33.3%であった。

#### 実施例133

実施例131を繰返したが、ただし、フィルムの両面に、反射防止層をコーティングした。垂直透過率は86.2%、平行透過率は33.8%であった。

実施例131~133に対する垂直透過スペクトルが図7に示されている。図7から、波長の関数としての垂直透過率の全体的傾きは、特に~の波長領域に対して、実施例131と比べて実施例132~133の方が小さいことが分かる。光の波長の関数として平坦な透過率曲線を示すフィルムが、反射偏光子の組込まれるディスプレイデバイスに対して、いずれの色の変化をも最小限に抑えるであろうことは、当業者には分かるであろう。

## 実施例134～135

これらの実施例では、本発明のフィルムが、ライトガイド構造物に対する効率のよい光抽出器として使用できることを示す。

実施例134において、70/30/0 coPENのマトリックス中に30% sPSを含んでなる組成物を押出すことにより、本発明に係る光学フィルムを作製した。押出フィルムは、機械方向に延伸比2.5:1で配向させた。

実施例135において、実施例134と同じ組成物から類似の手順により第2のフィルムを作製した。しかしながら、機械方向にフィルムを配向させる代わりに、機械方向を横切る方向に4.8:1の幅出延伸比で一軸配向させた。

ファイバ-空気界面を除去するためにシリカグリースを使用して、実施例134および135のフィルムを、別々の光ファイバにクラッドとして機械的に固定した。図8に実験系を略図で示す。次に、コネティカット州DanburyのGeneral Electric Companyから入手した60ワットキセノン金属ハロゲン化物ショートアークランプにファイバを結合した。光ファイバは厚さ1.2cmであり、低Tgアクリル系ポリマから成っていた。

ランプを点灯すると、2つのサンプルは照明を受けて、拡散散乱光を発生した。1偏光面に垂直な方向から偏光フィルムを介して2つのフィルムサンプルを観測したところ、サンプルはいずれも実質的に暗色の外観を呈した。しかしながら、同じ面内で偏光フィルムを90°回転させたところ、サンプルはいずれも、拡散光の明るい外観を呈した。このことは、フィルムを介した光の透過が偏光特異的であることを示している。

ファイバの端部をキャッピングしたときの効果も調べた。ファイバの端部から放出される光の一部分が反射させてファイバ中に戻るよう端部を反射キャッピングしたところ、フィルムによって生じる光の強度が増大した。このことは、抽出されない偏光が徐々に変換されて抽出される偏光になるまで、光ファイバ内で更に反射を起こすライトキャビティが形成されることと一致する。ファイバ内の光を、抽出器を介さないかぎりファイバから放出されないようにしたところ、抽出効率が増大した。更に、ファイバ/空気の界面と相互作用する光を偏光変換し

たところ、所望の偏光としてファイバから抽出される光の部分が増大した。

#### 実施例136

以下の実施例では、本発明の光学フィルムを用いて、非垂直入射角における利得を増大させることについて説明する。

実施例4に従って、3層フィルムを作製した。コア層は、固有粘度0.48（60%フェノール、40%ジクロロベンゼン中で測定した場合）を有する70% PENおよび30% sPS 200-8から成っていた。各スキン層は、100% coPENから成り、キャストフィルムの全厚の約17%を占めていた。

coPENは、70モル%ナフタレンジカルボキシレートおよび30モル%ジメチルイソフタレートのコポリマーであった。coPENの粘度は測定しなかった。

キャストフィルムは、実施例1と一致した方法で配向させた。延伸は、5.5メートル毎分(18フィート毎分)および出力幅141cm(55.5インチ)で行った。延伸温度は154℃であった。ヒートセット温度は164℃であった。得られたフィルムは厚さ128マイクロメートルであった。

標準的なダイクロイック偏光子の1面に対向させてSharp C12Pバックライトを配置した。バックライト／偏光子アセンブリから放射される光の強度を、Photo Research PR650 Spectra Colorimeterを使用して測定した。検出器のアームにより掃引される円弧を含む面が偏光素子に対する高透過軸をも含むように、PR650の検出器に対してバックライト／偏光子アセンブリの向きを調整した後で測定を開始する。検出器のアームは、バックライト／偏光子アセンブリに垂直な方向を中心に±60度で掃引する。フィルムの垂直透過軸が偏光子の高透過軸と一致するように一辺23cmの正方形のフィルム断片をバックライトと偏光子の間に配置して、二回目の強度測定を行った。測定時に所定の位置に光学フィルムを配置した時と配置しなかった時との各角度に対する2つの強度の比を、相対利得と定義する。

実施例136に対するデータを図9Aに示す。法線から±60度の角度における平均相対利得は、1.45であった。このデータは、実施例136のフィルムに対する相対利得が、非垂直入射角において、特に垂直入射から30°～60°の角度において増

大することを示している。

#### 比較例 1

以下の例では、典型的な市販の光学フィルムは非垂直入射角におい

て利得が低下することを示す。

実施例136に記載したように、Eldim 120Dを使用して、Sekisui (日本の大阪) 製のミクロレプリカ輝度増強フィルムW518の一片に対して測定を行った。Sekisui W518フィルムを用いたときの各角度に対する強度比を、図9Bに示す。法線から±60度の角度における平均相対利得は、0.65であった。従って、このフィルムの利得は、垂直入射時にピークとなり、垂直入射からはずれるすべての角度で低減することが分かる。

実施例136および比較例 1 によって示されるように、相対利得が、非垂直入射角において、特に垂直入射から30° ~60° の角度において増大するフィルムを、本発明に従って作製することができる。これとは対照的に、市販の光学フィルムの相対利得は、典型的には、垂直入射時にピークとなり、垂直入射からはずれるすべての角度で低減する。本発明のフィルムにはこうした特徴が備わっているので、広範囲にわたる角度からディスプレイを見るような用途、例えば、大型ディスプレイ用の輝度増強フィルムなどの用途に使用するうえで特に有利である。

#### 実施例137~150

以下の実施例では、本発明のフィルムを用いると、非垂直入射角における利得を増大させることができることを更に示す。

実施例136と類似した方法で一連の実施例を作製したが、ただし、以下に記載のように材料および処理の変更を行った。いくつかの実施例において、Irganox<sup>T</sup> M 1425酸化防止剤 (Ciba-Geigyから入手可能) および／またはDylark<sup>TM</sup> 332.80 (NOVA Chemicalsから入手可能) を添加した。法線から±60度の角度における平均相対利得ならびに垂直入射 (0度) における相対利得を表6に報告する。

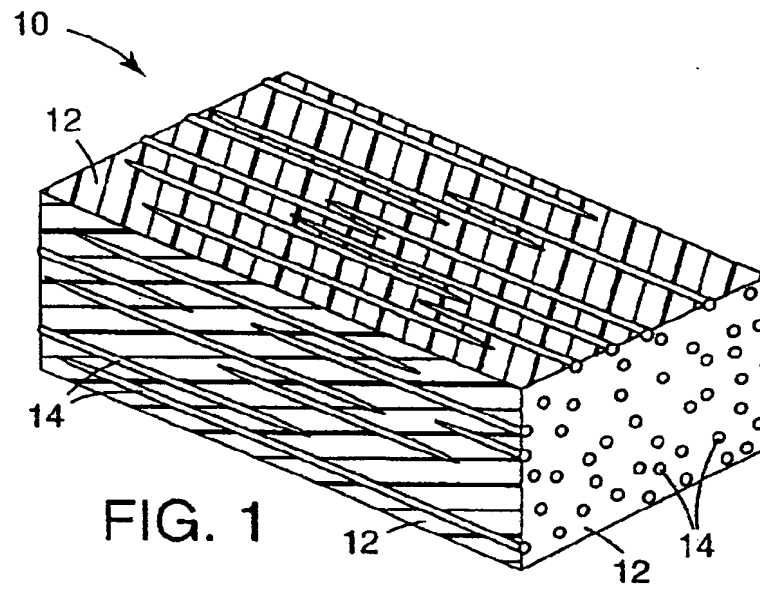


表 6

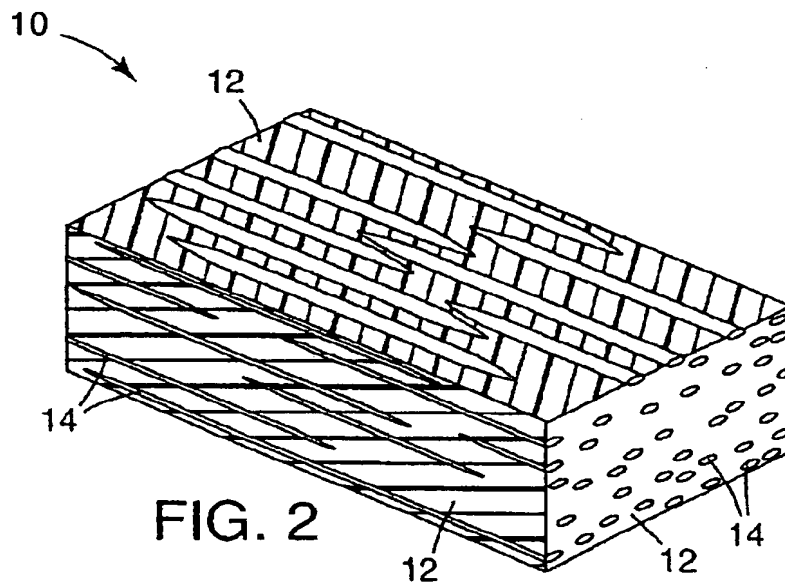
実施例	sPS	Irganox 1425 %	Dylark %	延伸温度	ヒート セット温度	相対利得 (0°)	相対利得 (+/- 60°)
137	30%, 200-8	0	0	160	164	1.18	1.40
138	30%, 200-8	0	0	154	199	1.21	1.48
139	30%, 200-8	0.5	2	154	199	1.20	1.46
140	30%, 200-8	0	2	154	199	1.18	1.47
141	15%, 200-8	0.5	0	154	199	1.15	1.48
142	15%, 200-8	0.5	0	154	199	1.21	1.47
143	30%, 200-4	0	0	154	199	1.16	1.47
144	30%, 200-4	0.5	0	154	199	1.29	1.47
145	30%, 290-8	0.5	0	154	199	1.06	1.35
146	30%, 290-8	0.5	2	154	199	1.13	1.43
147	30%, 200-8	0.5	2	154	164	1.21	1.47
148	30%, 200-8	0	2	154	164	1.17	1.47
149	15%, 200-8	0.5	0	154	164	1.21	1.47
150	30%, 200-4	0	0	154	164	1.23	1.38

本発明の以上の説明は単なる例示にすぎず、これらに限定されるものではない。従って、本発明の範囲は、添付の請求の範囲を参照することによってのみ解釈されるべきものである。

【図1】



【図2】



【図3】

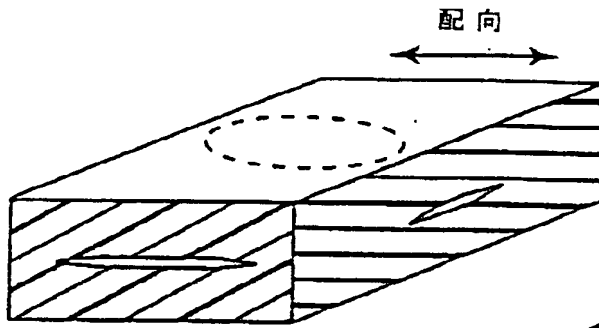


FIG. 3a

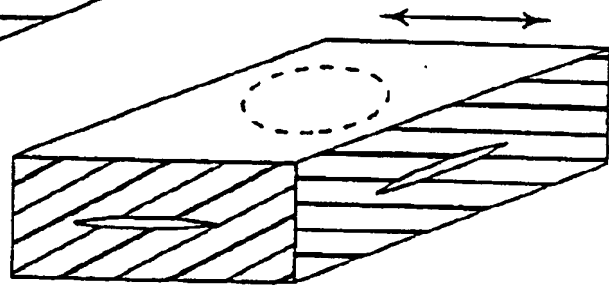


FIG. 3b

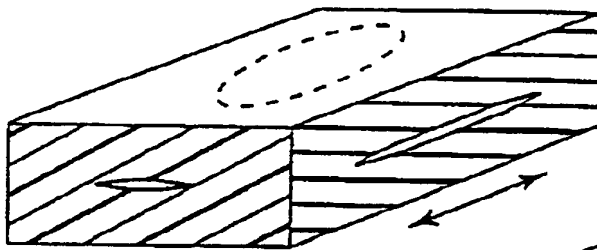


FIG. 3c

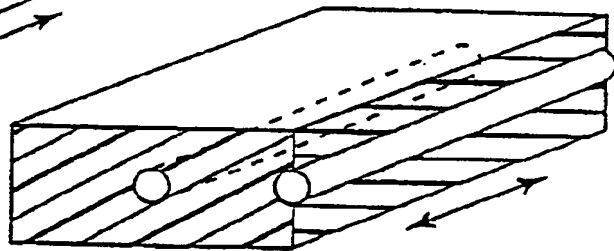


FIG. 3d

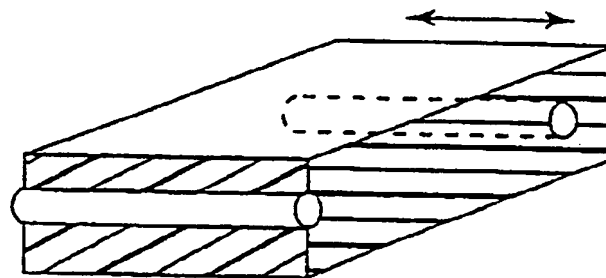
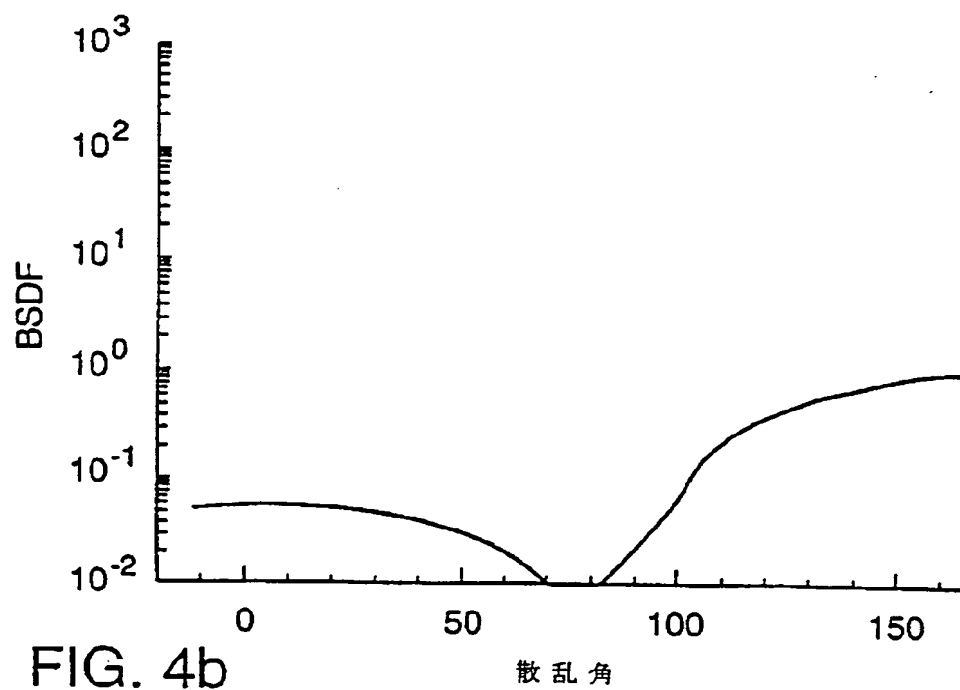
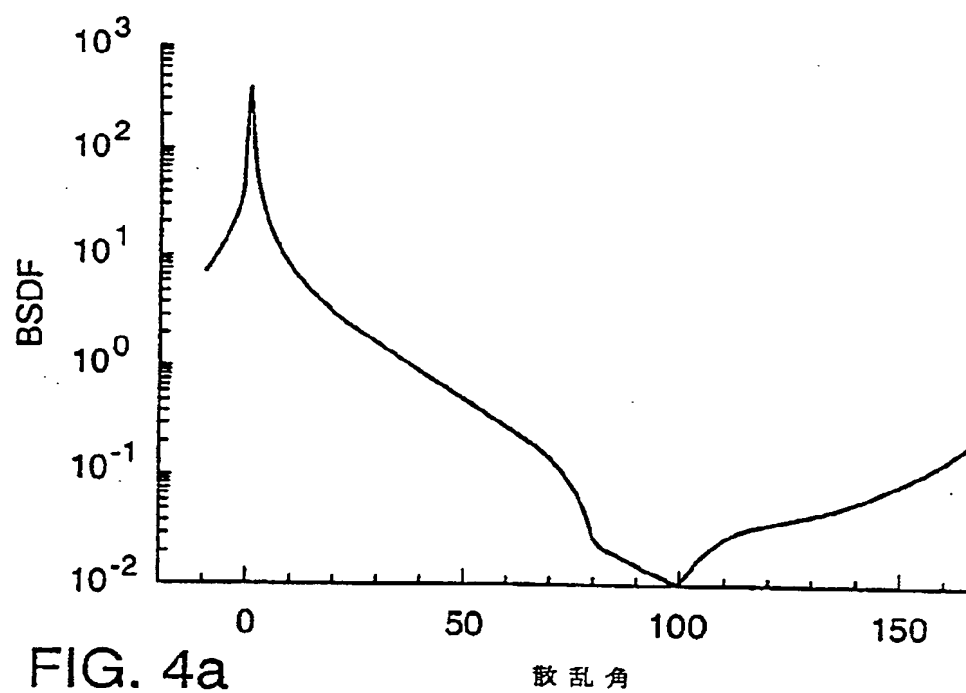


FIG. 3e

【图4】



【図5】

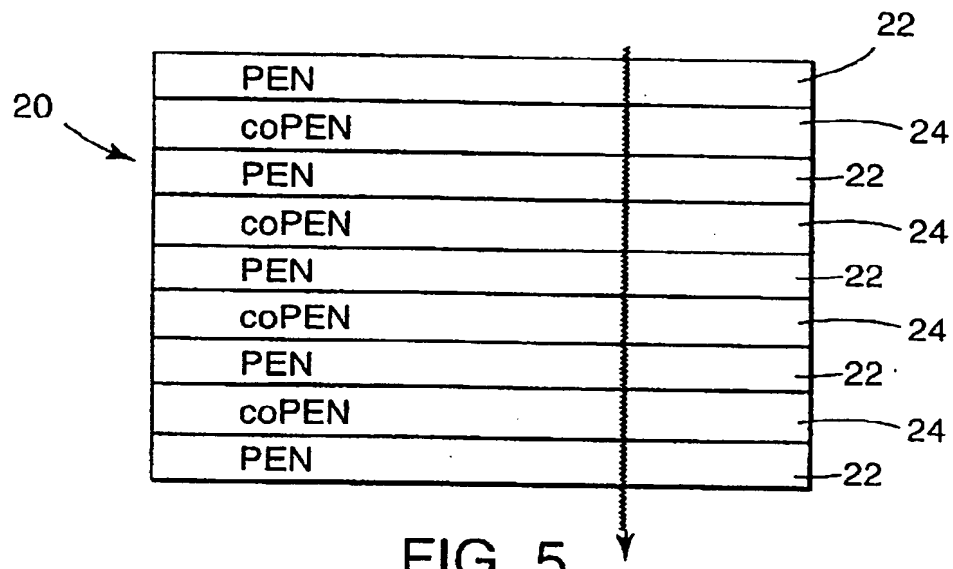


FIG. 5

【図6】

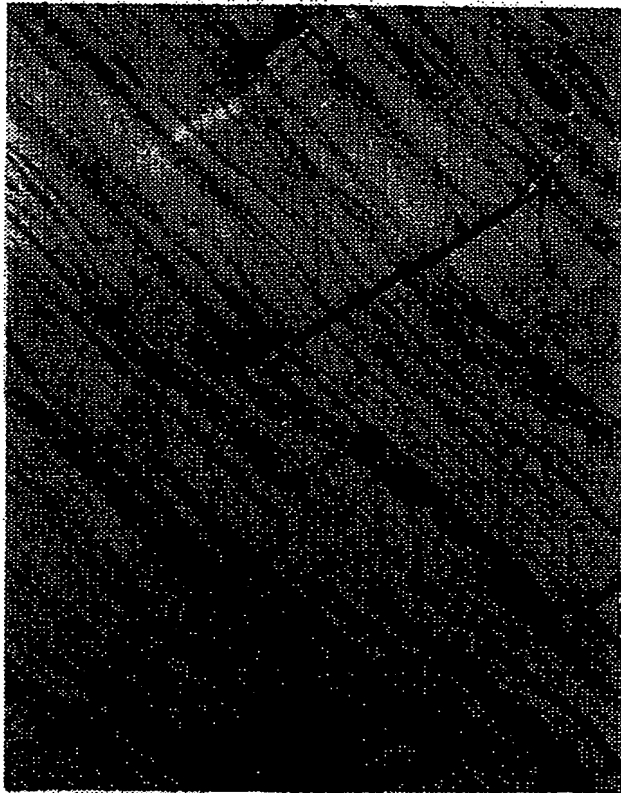


FIG.6A

【図6】

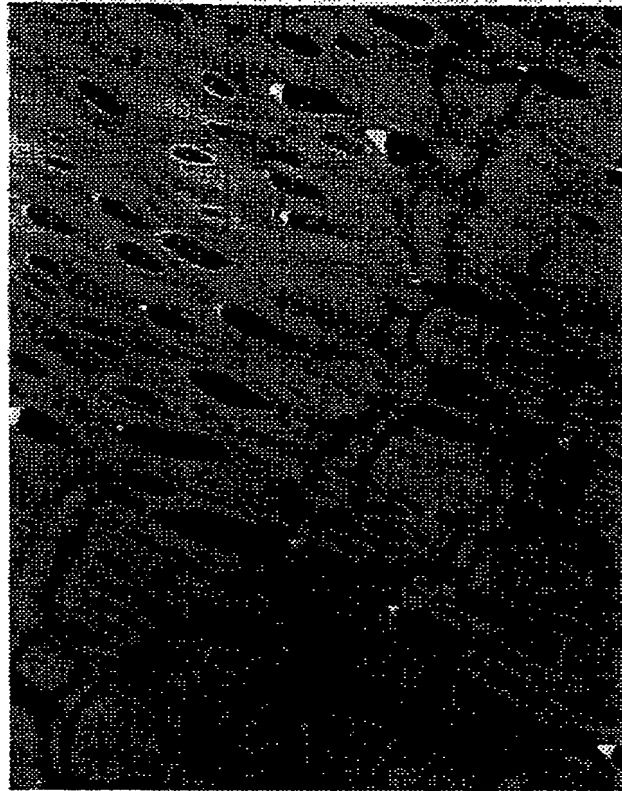


FIG.6B

BEST AVAILABLE COPY

【図7】

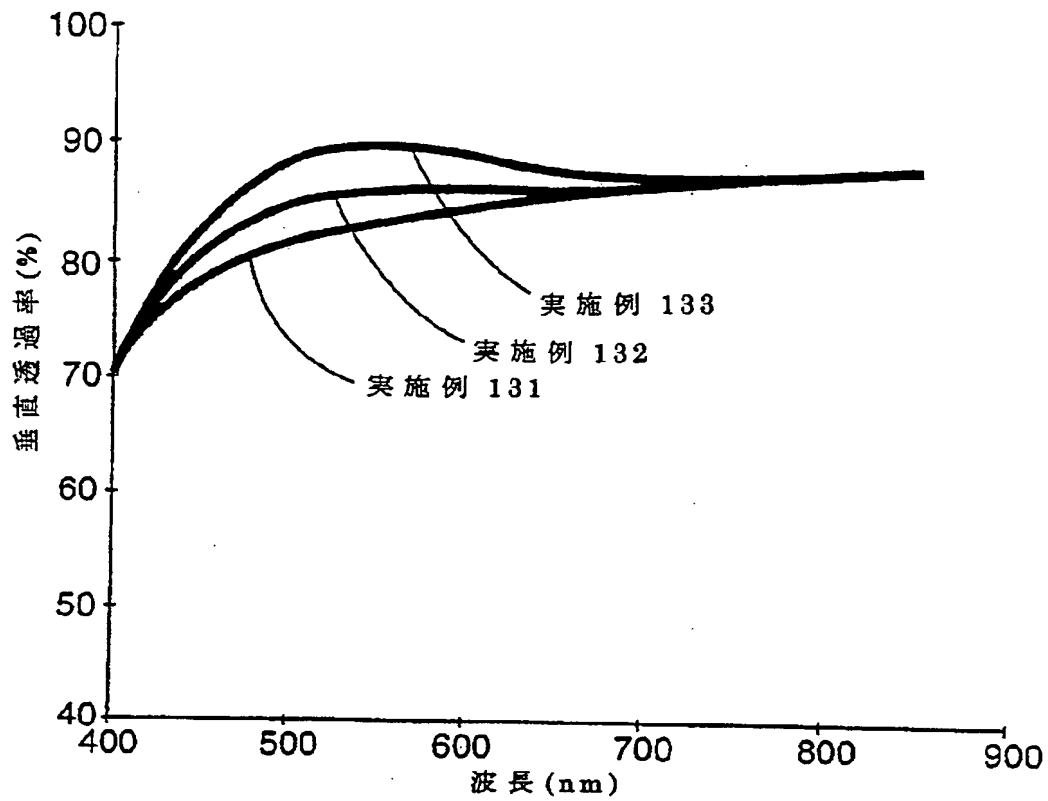


FIG. 7

【図8】

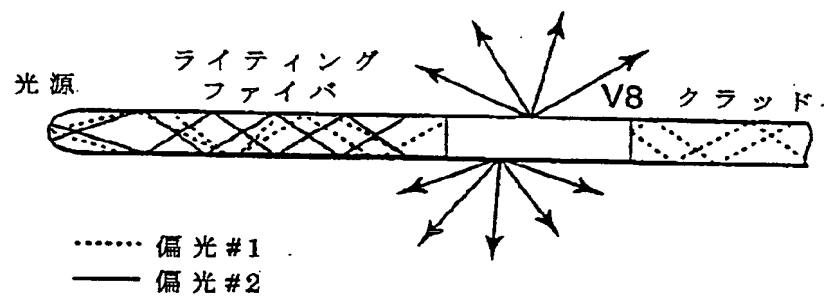


FIG. 8

【図9】

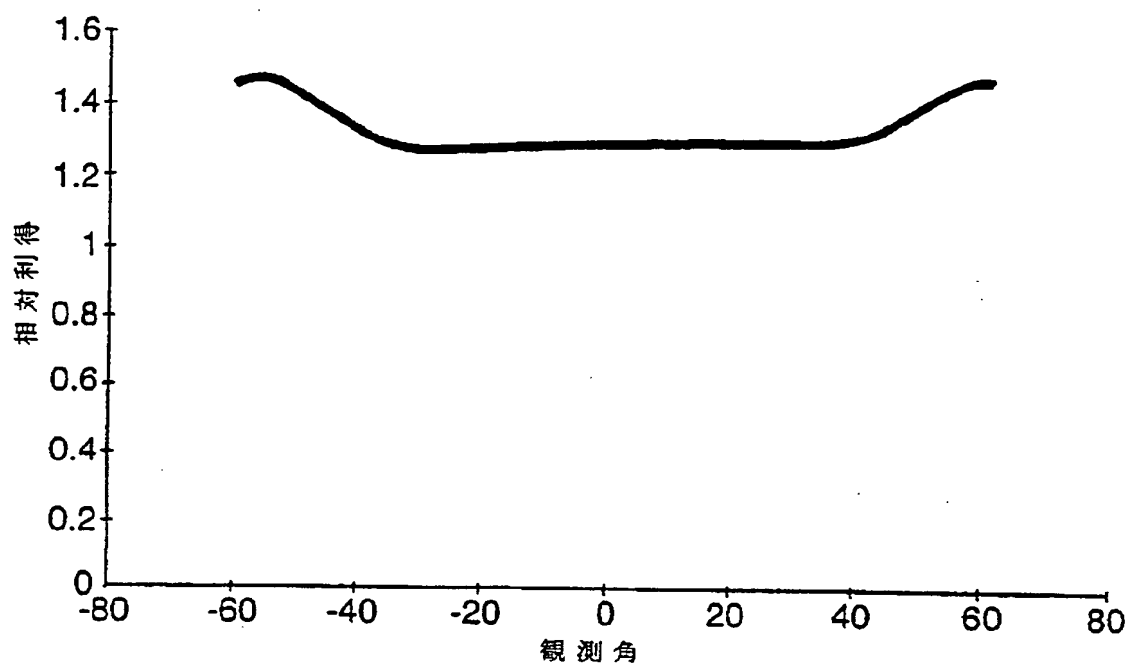


FIG. 9A



【图9】

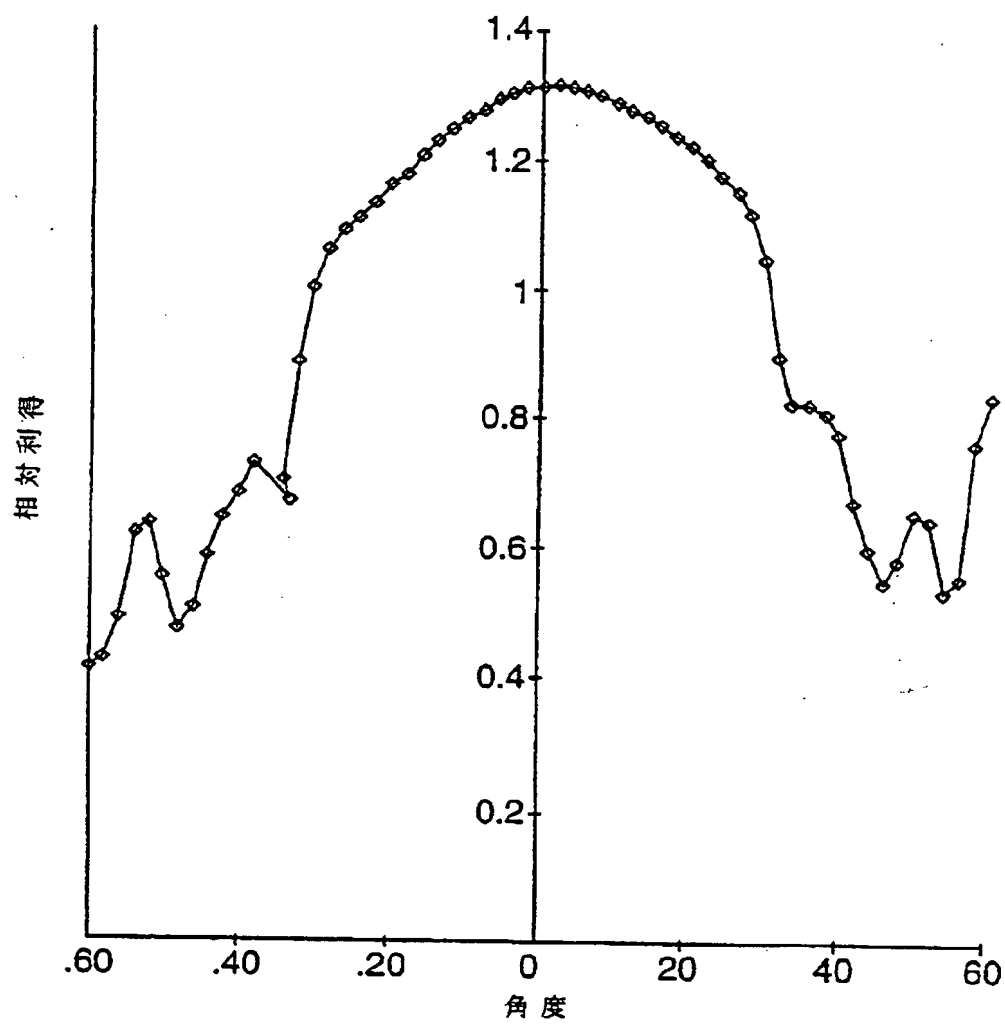


FIG. 9B

【圖 10】

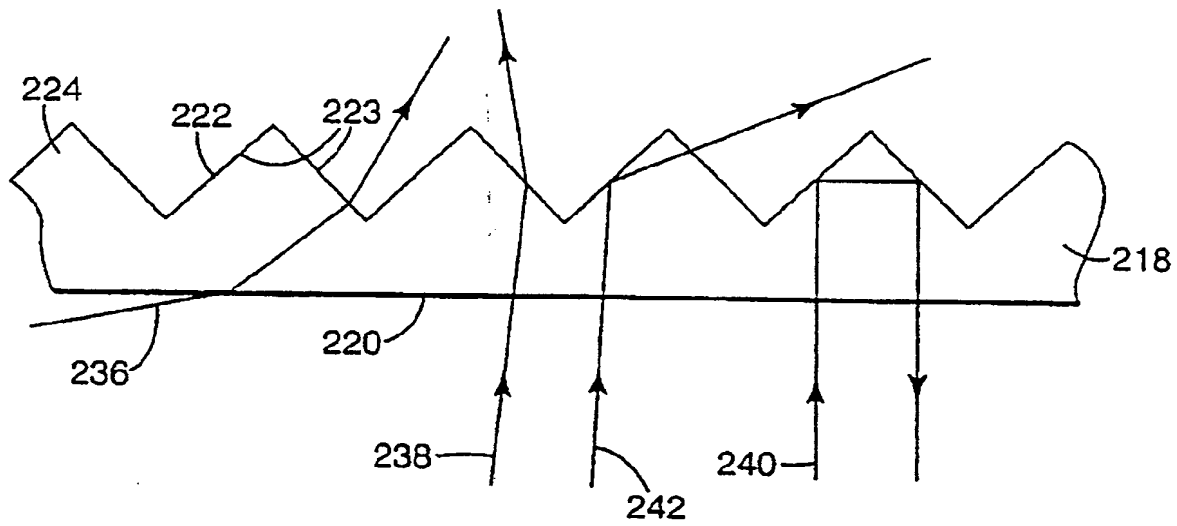


Fig. 10

【圖 11】

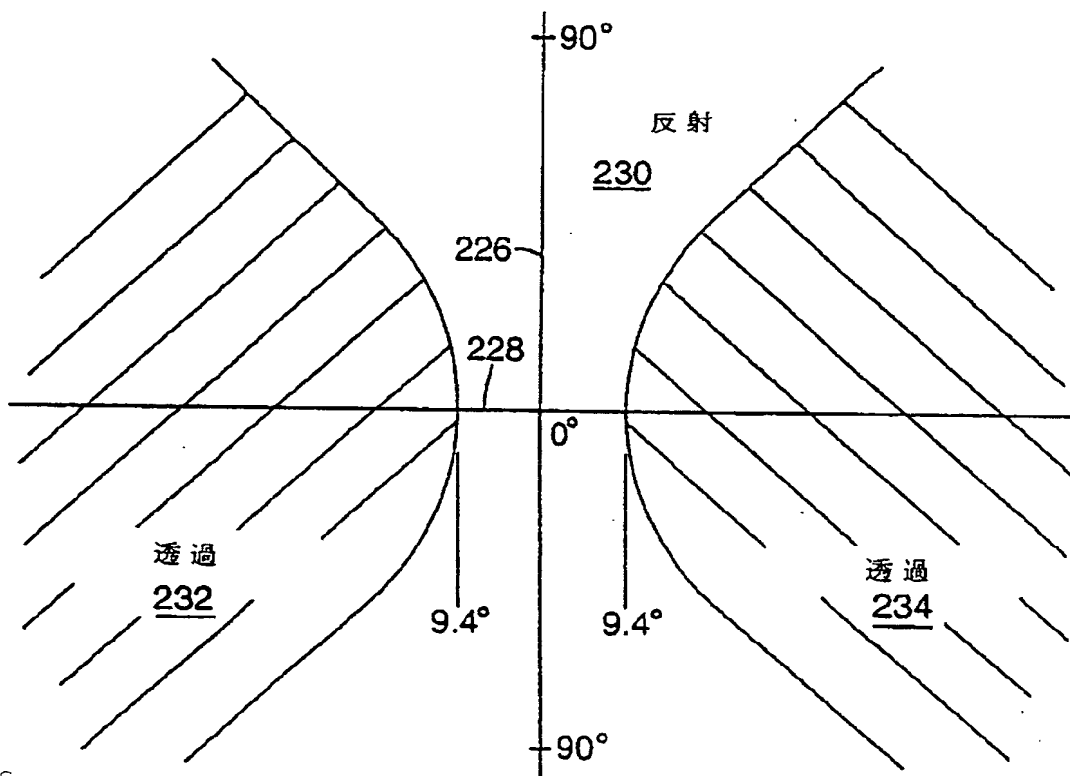
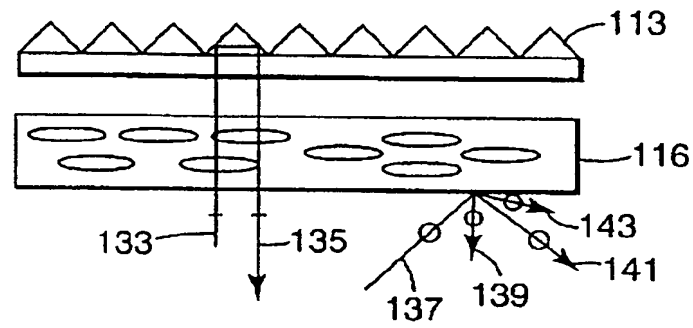
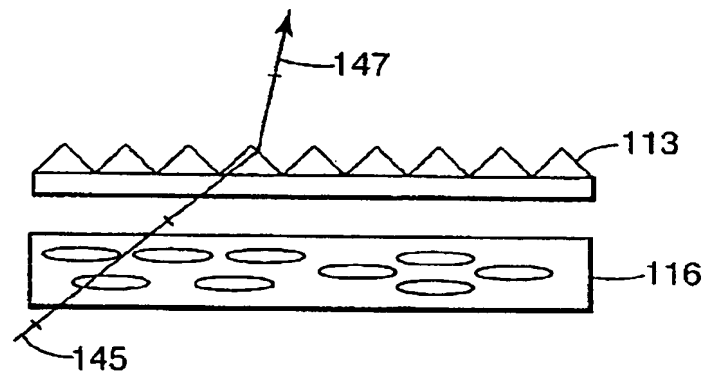
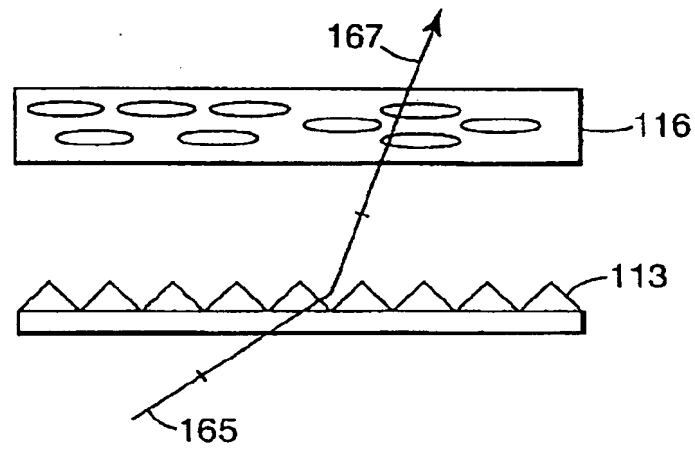
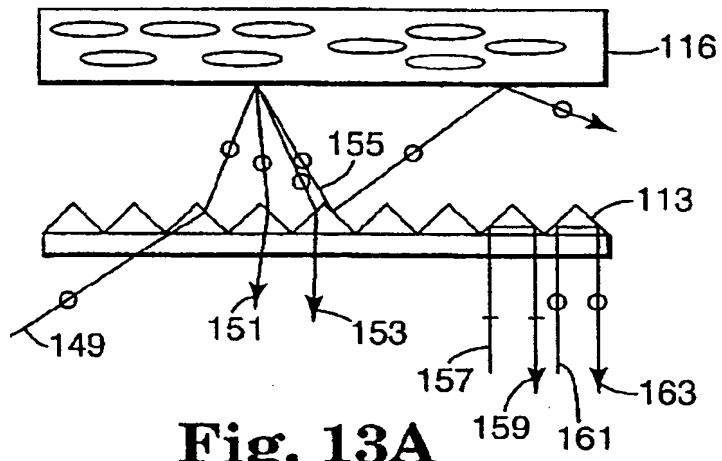


Fig. 11

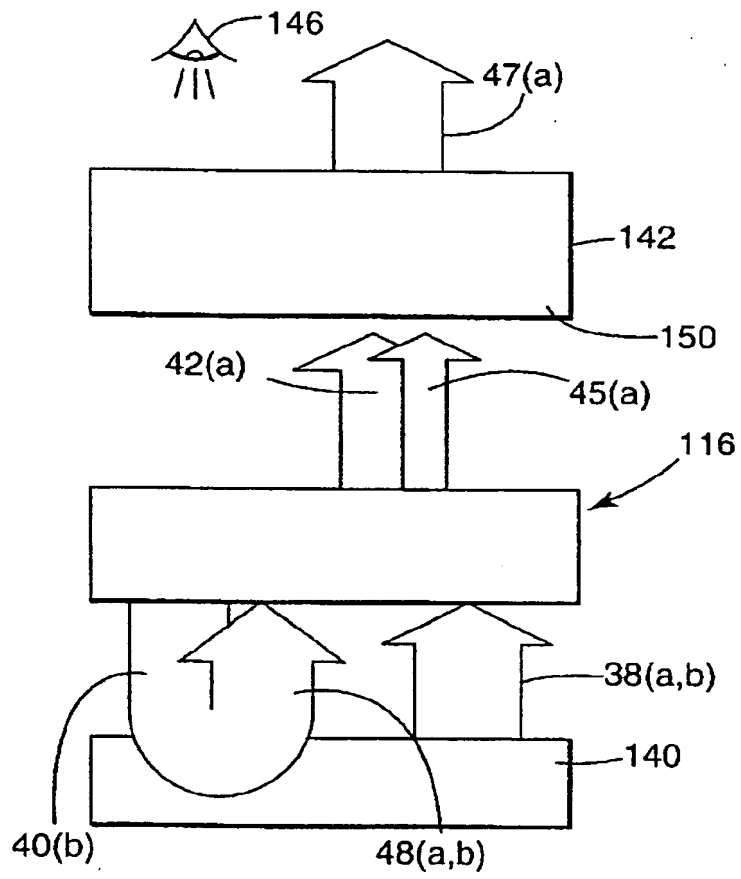
【図12】

**Fig. 12A****Fig. 12B**

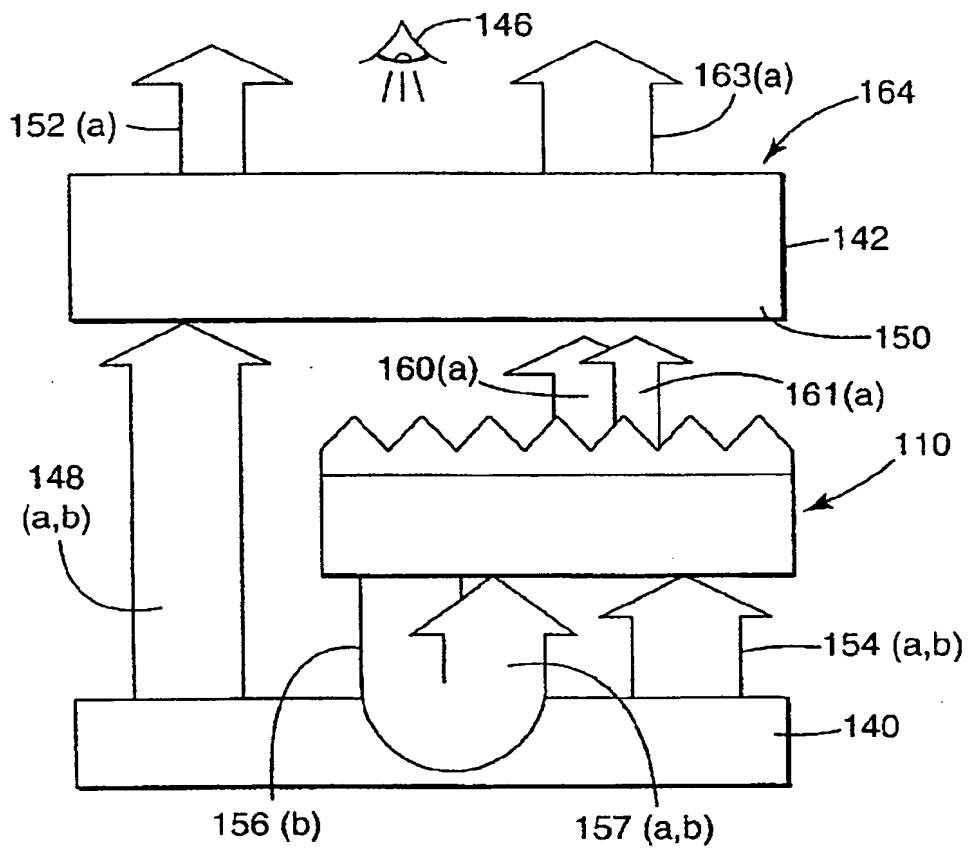
【図13】



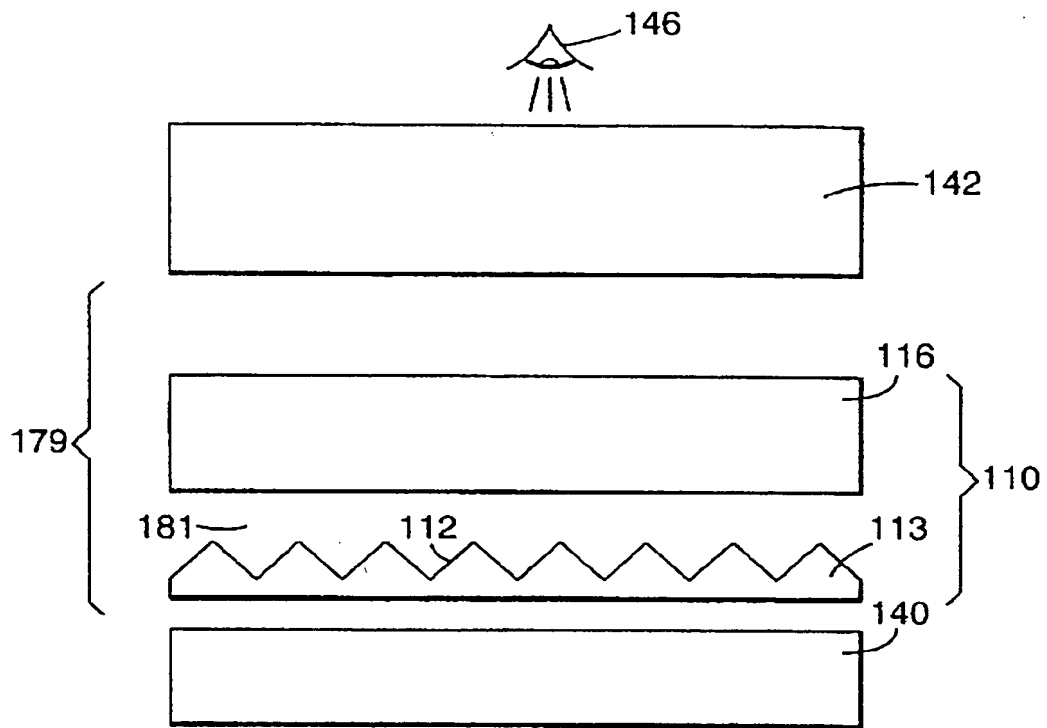
【図 14】

**Fig. 14**

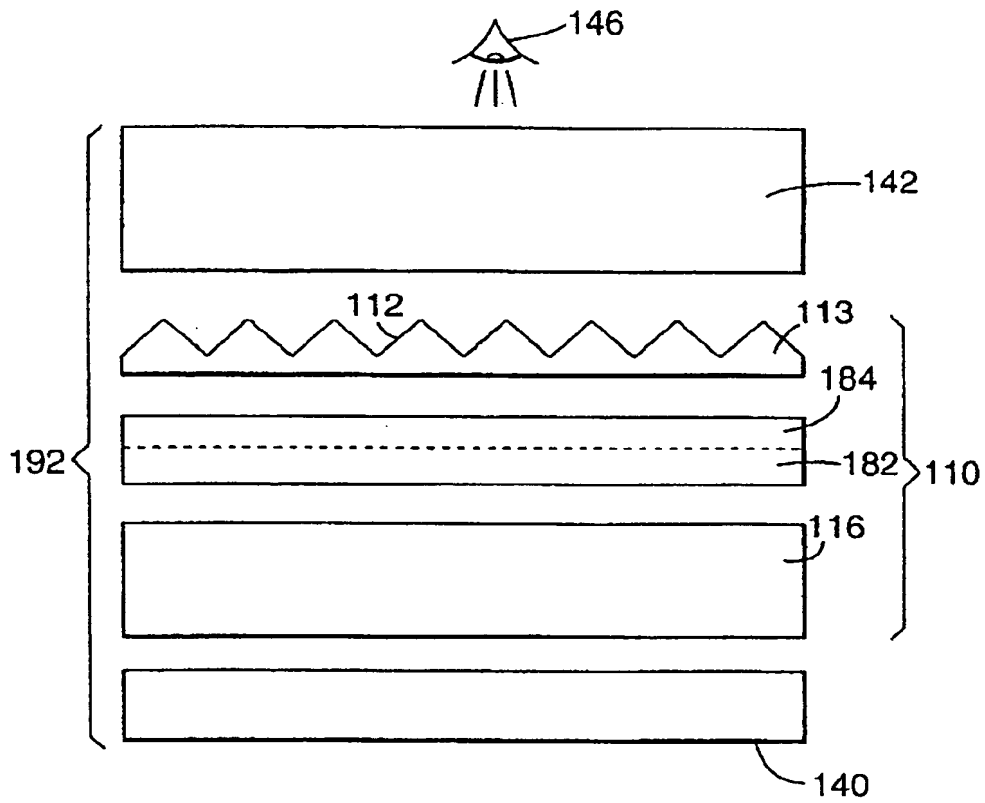
【図15】

**Fig. 15**

【図16】

**Fig. 16**

【図17】

**Fig. 17**



【図18】

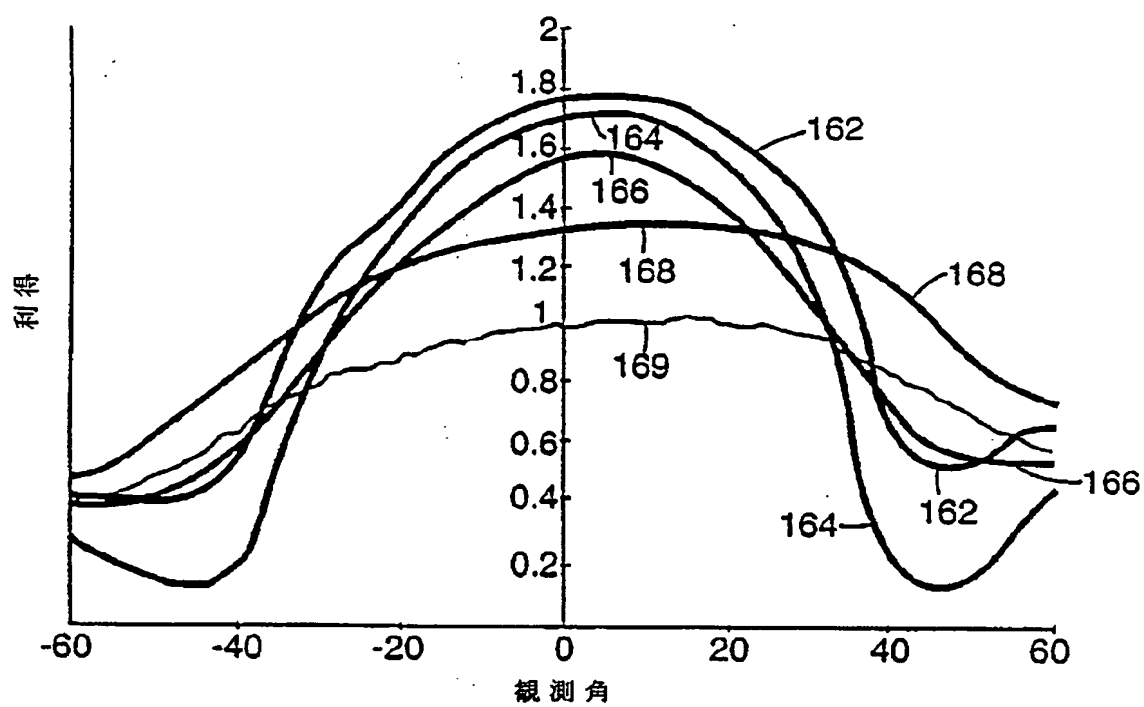


Fig. 18

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCI/US 97/03871		
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 6 G02B5/30 G02F1/1335		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G02B G02F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 95 17692 A (MINNESOTA MINING & MFG) 29 June 1995 cited in the application see the whole document ---	1-77
A	EP 0 597 261 A (ASAHI GLASS CO LTD) 18 May 1994 see the whole document ---	1-77
A	WO 94 29765 A (MINNESOTA MINING & MFG) 22 December 1994  see page 4, line 10 - page 9, line 16; figures 1-4 ---	1,4-20, 42-63, 76,77
A	EP 0 684 423 A (CANON KK) 29 November 1995 see page 6, line 19 - page 10, line 42; figures 4-16 ---	1-77
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  13 June 1997		Date of mailing of the international search report  02.07.97
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2220 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 451 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer  THEOPISTOU, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No.  
PCT/US 97/03871

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 5 394 255 A (YOKOTA TOMOHIRO ET AL) 28 February 1995 cited in the application</p> <p>see column 6, line 8 - column 11, line 22 see column 15, line 13 - column 19, line 68; figures 11-14,17-27 -----</p>	<p>1,5-9, 11-18, 22-34, 42-44, 76,77</p>
A	<p>US 2 604 817 A (O. E. SCHUPP) 29 July 1952</p> <p>see column 3, line 51 - column 7, line 44; figures 1,11 -----</p>	<p>1,2, 42-44, 76,77</p>

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/US 97/03871

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9517692 A	29-06-95	AU 1443595 A	10-07-95
		CA 2178325 A	29-06-95
		CN 1142869 A	12-02-97
		EP 0736188 A	09-10-96
EP 0597261 A	18-05-94	JP 6337413 A	06-12-94
		JP 7049496 A	21-02-95
		US 5587816 A	24-12-96
WO 9429765 A	22-12-94	NONE	
EP 0684423 A	29-11-95	AU 670403 B	11-07-96
		AU 2030795 A	04-01-96
		CA 2150340 A	28-11-95
		CN 1144913 A	12-03-97
		JP 8297282 A	12-11-96
US 5394255 A	28-02-95	JP 5203950 A	13-08-93
		JP 5313004 A	26-11-93
		JP 6043310 A	18-02-94
		CA 2088113 A	28-07-93
		EP 0556606 A	25-08-93
		US 5552907 A	03-09-96
US 2604817 A	29-07-52	NONE	

## フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU

(72)発明者 オーダーカーク, アンドリュー ジェイ.  
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427,  
セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427

(72)発明者 ウェーバー, マイケル エフ.  
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427,  
セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427

(72)発明者 コッツ, アーサー エル.  
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427,  
セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427

(72)発明者 ネビット, ティモシー ジェイ.  
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427,  
セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427

(72)発明者 ストーパー, カール エー.  
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427,  
セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427

(72)発明者 マジャンダー, ビスワループ  
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427,  
セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**